

Koninklijk Nederlands
Genootschap voor Fysiotherapie

Verantwoording en toelichting

KNGF-richtlijn

Osteoporose

Supplement bij het Nederlands Tijdschrift voor Fysiotherapie

Jaargang 121 · Nummer 2 · 2011

Update klinimetrie 2017



KNGF-richtlijn Osteoporose

Verantwoording en toelichting

Onder redactie van:

B.C.M. Smits-Engelsman

D. de Kam

H.J.M. Hendriks

Alle onderdelen van de richtlijn, inclusief een samenvatting, zijn beschikbaar via www.kngfrichtlijnen.nl.

Creatief concept: Total Identity
Vormgeving - DTP - Drukwerk: Drukkerij De Gans, Amersfoort
Eindredactie: Tertius - Redactie en organisatie, Houten

© 2011 Koninklijk Nederlands Genootschap voor Fysiotherapie (KNGF)

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het KNGF.

Het KNGF heeft als doel om de voorwaarden te scheppen waardoor fysiotherapeutische zorg van goede kwaliteit gerealiseerd wordt, die toegankelijk is voor de gehele Nederlandse bevolking, met erkenning van de professionele deskundigheid van de fysiotherapeut. Het KNGF behartigt voor ruim 20.000 aangesloten fysiotherapeuten de belangen op beroepsinhoudelijk, sociaal-maatschappelijk en economisch gebied.

Inhoud

Verantwoording en toelichting

A	Inleiding	1
A.1	Doelstellingen	1
A.2	Doelgroep	1
A.3	Leeswijzer	1
A.4	Klinische vraagstellingen	1
A.5	Samenstelling werkgroep	2
A.6	Werkwijze werkgroep	2
A.7	Validering door beoogde gebruikers	2
A.8	Opbouw, producten en implementatie van de richtlijn	2
A.9	Literatuurverzameling	2
A.10	Afbakening en omvang van het probleem	3
A.10.1	Maatschappelijke impact	3
A.11	Epidemiologische gegevens	3
A.11.1	Prevalentie en incidentie van osteoporose	3
A.11.2	Prevalentie fractures	4
A.11.3	Kosten	4
A.12	Gevolgen van fractures	4
A.12.1	Osteoporose en kwaliteit van leven	6
A.12.2	Primaire preventie	6
A.13	Pathofysiologie en risicofactoren	6
A.13.1	Risicofactoren voor een lage botmassa	7
A.13.2	Risicofactoren voor fractures	7
A.13.3	Risicofactoren voor vallen	7
A.14	Beïnvloeden van risicofactoren	8
A.14.1	Calcium	8
A.14.2	Vitamine D	8
A.14.3	Beweging	8
A.14.4	Heupbeschermers	8
B	Diagnostisch proces	9
B.1	Aanmelding en verwijzing	9
B.2	Directe Toegankelijkheid Fysiotherapie (DTF)	9
B.3	Anamnese	10
B.4	Onderzoek	10
B.4.1	Inspectie/observatie en palpatie	10
B.4.2	Lichamelijk onderzoek	11
B.5	Analyse en behandelplan	13
C	Therapeutisch proces	14
C.1	Beschrijving geïncludeerde studies	14
C.1.1	Studies bij mensen met osteoporose of osteopenie	14
C.1.1.1	Effecten van lichamelijke activiteit op de botdichtheid (BMD)	14
C.1.1.2	Effecten van lichamelijke activiteit op vallen en fractures	15
C.1.1.3	Effecten van lichamelijke activiteit op overige uitkomstmaten	15
C.1.2	Studies bij een gezonde populatie met een verhoogd risico op osteoporose	16
C.1.2.1	Effecten van lichamelijke activiteit op de botdichtheid of botsterkte	16
C.1.2.2	Effecten van lichamelijke activiteit op vallen en fractures	16
C.1.2.3	Effecten van lichamelijke activiteit op overige uitkomstmaten	17
C.1.3	Studies bij een gezonde populatie zonder verhoogd risico op osteoporose	18
C.1.3.1	Het effect van bewegen op botdichtheid of botsterkte	18
C.1.3.2	Het effect van bewegen op vallen en fractures	18
C.1.3.3	Het effect van bewegen op overige uitkomstmaten	18

C.2	Conclusies ten aanzien van het effect van lichaamsbeweging op osteoporose	18
C.2.1	Effecten van lichaamsbeweging op botdichtheid of botsterkte	18
C.2.1.1	Populaties met osteoporose of osteopenie	18
C.2.1.2	Populaties met een verhoogd risico op osteoporose of osteopenie	19
C.2.1.3	Effecten bij een populatie zonder verhoogd risico op osteoporose of osteopenie	20
C.2.2	Effecten van lichaamsbeweging op val- en fractuurincidentie	20
C.2.3	Effecten van lichaamsbeweging op spierkracht	21
C.2.4	Effecten van lichaamsbeweging op balans	21
C.2.5	Effecten van lichaamsbeweging op uithoudingsvermogen	22
C.2.6	Effecten van lichaamsbeweging op loopsnelheid	22
C.2.7	Effecten van lichaamsbeweging op adl-activiteiten	22
C.3	Het bevorderen van gedragsverandering	22
D	Oefenen en trainen	23
D.1	Inclusie- en exclusiecriteria voor een oefenprogramma	24
D.2	De intake voor een oefenprogramma	25
D.3	Meetinstrumenten ter evaluatie van een oefenprogramma	25
D.4	Het trainingsprogramma	26
D.4.1	Oefeningen ter verhoging of instandhouding van de botdichtheid of -sterkte	26
D.4.2	Oefeningen ter verlaging van het val- en het fractuurrisico	26
D.4.3	Oefeningen ter verbetering van de spierkracht	26
D.4.4	Oefeningen ter verbetering van de balans	27
D.4.5	Oefeningen ter verbetering van het uithoudingsvermogen	27
D.4.6	Aandachtspunten bij een oefenprogramma	27
E	Juridische betekenis van richtlijnen	27
F	Herziening	27
G	Dankwoord	28
H	Literatuur	28

Bijlage 35

Bijlage 1	Evidentietabellen	35
-----------	-------------------	----

Verantwoording en toelichting

B.C.M. Smits-Engelsman^I, D. de Kam^{II}, H.J.M. Hendriks^{III}

A Inleiding

De *KNGF-richtlijn Osteoporose* is een leidraad voor het fysiotherapeutisch handelen bij patiënten met osteoporose en met osteoporose samenhangende gezondheidsproblemen. In de richtlijn worden het diagnostisch en therapeutisch proces beschreven conform het methodisch fysiotherapeutisch handelen. Op dit moment zijn er in Nederland 2 andere richtlijnen over diagnostiek en behandeling bij osteoporose beschikbaar, namelijk de NHG-standaard Osteoporose¹ en de multidisciplinaire CBO-richtlijn Osteoporose en Fractuurpreventie (van het Kwaliteitsinstituut voor de gezondheidszorg CBO)²

De *KNGF-richtlijn Osteoporose* is afgestemd op de multidisciplinaire richtlijn en vervangt de *KNGF-richtlijn Osteoporose* van 2001 en de daaropvolgende update van 2005.

A.1 Doelstellingen

De doelstelling van deze richtlijn is het beschrijven van de 'optimale' fysiotherapeutische zorg, met betrekking tot doeltreffendheid, doelmatigheid en zorg op maat, voor patiënten met osteoporose en/of met osteoporose samenhangende gezondheidsproblemen, gebaseerd op de huidige wetenschappelijke inzichten, leidend tot opheffing of vermindering van klachten en het optimaliseren van het functioneren.

Naast de genoemde doelstellingen is de *KNGF-richtlijn* expliciet bedoeld om:

- de zorg in de gewenste richting te veranderen op basis van huidige wetenschappelijke inzichten, en de uniformiteit en de kwaliteit van de zorg te verhogen;
- de taken en verantwoordelijkheden van beroepsgroepen af te bakenen, inzichtelijk te maken en de onderlinge samenwerking te stimuleren;
- de fysiotherapeut te ondersteunen bij het nemen van beslissingen ten aanzien van wel of niet behandelen en het toepassen van diagnostische en therapeutische handelingen.

Om de richtlijn toe te kunnen passen, worden aanbevelingen geformuleerd in termen van deskundigheidseisen die noodzakelijk zijn om volgens de richtlijn te kunnen handelen.

A.2 Doelgroep

Deze richtlijn is bedoeld voor alle fysiotherapeuten (zowel algemene fysiotherapeuten als gespecialiseerde fysiotherapeuten) die mensen met gezondheidsproblemen ten gevolge van osteoporose behandelen, in zowel een eerste-, tweede- als derdelijns setting.

Hoewel de aandoening osteoporose op zichzelf geen verwijsiindicatie voor fysiotherapie hoeft te zijn, kunnen de met osteoporose samenhangende problemen, bijvoorbeeld pijn, bewegingsangst, houdingsproblemen, verminderde spierkracht of een afgenomen balans, fysiotherapeutische behandeling behoeven. Ook kunnen fysiotherapeuten patiënten behandelen (voor een ander gezondheidsprobleem), die mogelijk (ook) osteoporose hebben of kunnen ontwikkelen. In dat geval is case-finding van belang. Om mensen met osteoporose adequaat te kunnen behandelen, is het noodzakelijk dat de fysiotherapeut beschikt over specifieke kennis en vaardigheden (verkregen via opleiding, werkervaring en/of via bij- en nascholing).

De *KNGF-richtlijn Osteoporose* verschaft de fysiotherapeut specifieke kennis over het beloop van osteoporose en de bij osteoporose behorende pathofysiologische processen, de gevolgen van osteoporose die door de fysiotherapeut te beïnvloeden zijn, en informatie over het diagnostisch en therapeutisch proces, met daarbij de meest relevante klinisch-wetenschappelijke literatuur.

A.3 Leeswijzer

Fysiotherapeuten met weinig tot geen kennis op het gebied van osteoporose en de gevolgen ervan voor de patiënt kunnen beginnen bij paragraaf A en aansluitend paragraaf B, C en D lezen, die respectievelijk het diagnostisch en therapeutisch proces betreffen. Fysiotherapeuten met voldoende kennis op het gebied van osteoporose, maar met geringe ervaring in het behandelen van de gezondheidsgerelateerde klachten, kunnen beginnen bij paragraaf B. Fysiotherapeuten met uitgebreide kennis op het gebied van osteoporose en de gevolgen ervan voor de patiënt en met ruime ervaring in het behandelen van patiënten van deze doelgroep, kunnen hun eigen handelen vergelijken met het handelen zoals beschreven in deze richtlijn en hun handelen op grond daarvan eventueel aanpassen.

A.4 Klinische vraagstellingen

De werkgroep die deze richtlijn heeft voorbereid, wilde antwoord krijgen op de volgende klinische vragen:

- Welke risicofactoren voor osteoporose zijn bekend en welke zijn beïnvloedbaar door fysiotherapie?
- Welke gezondheidsproblemen en/of aandachtsgebieden staan centraal bij osteoporose?
- Wat is de rol en het doel van fysiotherapie?
- Welke onderdelen van het fysiotherapeutisch diagnostisch onderzoek zijn betrouwbaar, valide en bruikbaar voor de algemene praktijk?

^I Prof. C.M. Bouwien Smits-Engelsman, PT, PhD, wetenschappelijk medewerker, Avans+ University for Professionals, Breda; hoogleraar leeftijdsgerelateerde veranderingen in de Motoriek, Faculteit Bewegingswetenschappen en Revalidatie, Research Center for Movement Control and Neuroplasticity, KULeuven, België.

^{II} Digna de Kam, PT, MSc, bewegingswetenschapper/fysiotherapeut, Sint Maartenskliniek; Universitair Medisch Centrum St Radboud, afdeling Revalidatie, Nijmegen.

^{III} Erik J.M. Hendriks, PT, PhD, fysiotherapeut/epidemioloog, programmaleider *KNGF-richtlijnen*, Vakgroep Epidemiologie Universiteit Maastricht, CAPHRI School for Public Health and Primary Care en Centre for Evidence Based Physiotherapy (CEBP), Maastricht.

- Welke vormen van behandeling en preventie zijn zinvol?
- Welke meetinstrumenten kunnen worden gebruikt om de ernst van het gezondheidsprobleem te kunnen vastleggen en te evalueren?

A.5 Samenstelling werkgroep

Om de klinische vragen te beantwoorden, werd in december 2008 een monodisciplinaire werkgroep van inhoudsdeskundigen ingesteld. Bij het samenstellen van de werkgroep is zoveel mogelijk rekening gehouden met een evenwichtige verdeling van leden met inhouds- en ervaringsdeskundigheid en/of met een academische achtergrond. Alle werkgroepleden hebben verklaard geen conflicterende belangen te hebben bij de te ontwikkelen KNGF-richtlijn. De ontwikkeling van de richtlijn heeft plaatsgevonden in de periode van december 2008 tot juli 2010, tegelijkertijd met de multidisciplinaire consensusrichtlijn over osteoporose, zodat de richtlijnen in grote lijnen op elkaar afgestemd konden worden.

A.6 Werkwijze werkgroep

De richtlijn is ontwikkeld conform de 'Methode voor Richtlijnontwikkeling en Implementatie'.³⁻⁶ In de methode zijn onder andere algemene praktische aanwijzingen geformuleerd voor de strategie om literatuur te verzamelen. In paragraaf A.9 zijn de specifieke zoektermen opgenomen, de geraadpleegde bronnen, de periode waarover de literatuur is verzameld en de criteria voor het in- of uitsluiten van de literatuur. De aanbevelingen voor het therapeutisch proces zijn zo veel mogelijk gebaseerd op wetenschappelijke evidentie. Indien er geen wetenschappelijk bewijs voorhanden was, is er een aanbeveling geformuleerd op basis van consensus binnen de werkgroep c.q. achterban.

De werkgroepleden hebben onafhankelijk gehandeld bij de selectie en beoordeling van het wetenschappelijke bewijsmateriaal. Het wetenschappelijk bewijs is kort samengevat in een conclusie, inclusief de mate van bewijs. Voor het doen van aanbevelingen zijn er naast het wetenschappelijk bewijs nog overige overwegingen meegenomen, zoals het bereiken van algemene consensus, doelmatigheid (kosten), beschikbaarheid van middelen, vereiste deskundigheid en scholing, organisatorische aspecten en het streven naar afstemming met andere mono- of multidisciplinaire richtlijnen. De conceptversie van de richtlijn is voorgelegd aan externe deskundigen en/of beroepsorganisaties (werkgroep tweede kring) om afstemming en consensus te verkrijgen met andere beroepsorganisaties/beroepsorganisaties, en/of met andere mono- en multidisciplinaire richtlijnen. Met de wensen en voorkeuren van patiënten is rekening gehouden door een vertegenwoordiging vanuit de Osteoporose Stichting op te nemen in de tweede kring. Ook experts uit het werkveld zijn geraadpleegd; deze experts zijn zowel door het KNGF als door de Osteoporose Stichting voorgedragen. Deze toetsing vond schriftelijk plaats. Op basis van de reacties van de experts zijn de laatste aanpassingen aangebracht.

A.7 Validering door beoogde gebruikers

De richtlijn is, alvorens tot publicatie en verspreiding is overgegaan (validering), ter beoordeling voorgelegd aan de beoogde gebruikers, namelijk een aselechte groep van 150 fysiotherapeuten werkzaam in verschillende werksettings en aan de werkgroep Fysiotherapie van de Nederlandse Vereniging Reumatologie (NVR). Het commentaar en de opmerkingen van de fysiotherapeuten en de werkgroep zijn gedocumenteerd, besproken in de werkgroep

en indien mogelijk en/of gewenst, verwerkt in de uiteindelijke richtlijn.

A.8 Opbouw, producten en implementatie van de richtlijn

De richtlijn is opgebouwd uit 3 delen, namelijk: de *Praktijkrichtlijn*, de *Verantwoording en toelichting* en een stroomschema waarin de kernpunten van de richtlijn zijn samengevat. Alle delen van de richtlijn zijn afzonderlijk te lezen. De *Praktijkrichtlijn*, de *Verantwoording en toelichting* en de samenvatting worden digitaal ter beschikking gesteld via www.kngfrichtlijnen.nl. Na publicatie wordt de richtlijn geïmplementeerd volgens een standaard implementatiestrategie.³⁻⁸

A.9 Literatuurverzameling

Ter onderbouwing van de richtlijn is literatuur gebruikt die verzameld was voor de *KNGF-richtlijn Osteoporose* uit 2001,⁹ het concept *Beweegprogramma Osteoporose* uit 2007¹⁰ en de *KNGF-standaard Beweginginterventie osteoporose* uit 2009.¹¹

Ten behoeve van de *KNGF-richtlijn Osteoporose* is destijds literatuur verzameld via de bestanden van MEDLINE, CINAHL (beide 1990 tot februari 2000), de Cochrane database (Rehabilitation en Therapy Field) en het Documentatiecentrum van het Nederlands Paramedisch Instituut. Met betrekking tot interventies is destijds gezocht naar reviews over bewegen of lichamelijke activiteit. Ten behoeve van de conceptrichtlijn voor het *Beweegprogramma Osteoporose*, jaar van oplevering 2007, is in dezelfde databases gezocht naar publicaties uit de periode 2000 tot oktober 2005. Daarnaast werd over de periode 2000-2005 ook nog in EMBASE gezocht, met de volgende zoektermen: [bone density] (MAJR), [osteoporosis, prevention and control, rehabilitation, therapy] [MAJR], [intervention(s)], [sports], [exercise], [exercise therapy], [exercise movement techniques], [randomized controlled trial(s)], [meta-analysis], [systematic review(s)]. Alvorens het definitieve programma te schrijven is een aanvullend literatuuronderzoek gedaan over de periode 2005-2007, in dezelfde databases, met dezelfde termen, uitgezonderd [interventions], omdat deze term nogal algemeen is en omdat de interventie in feite bestaat uit de termen voor bewegen. Bij het zoeken naar artikelen over de periode 2005 tot en met 2007 is gezocht in MEDLINE met de volgende aanvullende zoektermen: [osteoporosis], [osteoporosis, postmenopausal], [postmenopause], [aged], [frail elderly], [bone density], [accidental falls], [musculoskeletal equilibrium], [muscle strength], [fractures, bone], (MJME, MIME). Tijdens het zoeken in de andere databases zijn voor zover mogelijk dezelfde termen gebruikt. Wanneer deze termen niet gedefinieerd waren, is er met equivalente zoektermen gezocht.

De inclusie en beoordeling van de studies verliep stapsgewijs, waarbij de volgende methodiek is gevolgd.

In stap 1 zijn de studies geselecteerd. Er is gezocht met de hiervoor genoemde zoektermen. Titels en abstracts zijn gescand om te bepalen of studies geschikt waren voor inclusie. Een studie is geschikt bevonden voor verdere inclusie in het literatuuroverzicht als:

- het een gerandomiseerde studie betrof waarin een interventie met een beweegcomponent werd vergeleken met een controlegroep zonder beweeginterventie of wanneer het een studie betrof die 2 beweeginterventies met elkaar vergeleek;
- het systematische reviews betrof en meta-analyses waarin de hiervoor vermeldde RCT's waren verwerkt;

- de fysieke activiteit gedefinieerd kon worden als geplande, gestructureerde en herhaalde lichaamsbewegingen om de botmassa en/of de algemene conditie te verbeteren;
- de deelnemers ten minste 18 jaar of ouder waren.

In stap 2 vond de dataextractie plaats. Aan de hand van een gestandaardiseerd formulier is een gestructureerd overzicht gemaakt van de studieopzet en resultaten van de geïnccludeerde studies.

In stap 3 vond kwaliteitsbeoordeling plaats. De methodologische kwaliteit van de geïnccludeerde studies is beoordeeld aan de hand van de EBRO-criteria. De EBRO-criteria worden gehanteerd door het CBO voor het ontwikkelen van evidence-based richtlijnen. De artikelen zijn onafhankelijk gescoord door 2 onderzoekers. Over de artikelen die door de beide onderzoekers verschillend waren gescoord, is door middel van onderling overleg consensus bereikt over de scores. In tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de scoringsmethodiek volgens de EBRO-criteria. De aanbevelingen voor de praktijk zijn het resultaat van het beschikbare bewijs, de consensus binnen de werkgroep en de reacties die de beoogde gebruikers op de richtlijn hebben gegeven.

Indien een systematische review bestond uit RCT's met een matige kwaliteit is ervoor gekozen om de kwaliteit van de literatuur niet een niveau A1 te geven, maar een niveau B. Afhankelijk van het aantal studies met een matige kwaliteit (niveau B) kreeg de conclusie een bewijskracht van 2 (2 RCT's met een matige kwaliteit) of 3 (1 RCT met een matige kwaliteit). Een vergelijkend onderzoek dat aan geen van de kenmerken van een A2-onderzoek voldeed, kreeg kwaliteitsniveau C.

A.10 Afbakening en omvang van het probleem

Osteoporose is een skeletaandoening die wordt gekarakteriseerd door een lage botmineraaldichtheid (BMD) en een verlies van de botstructuur, met als gevolg een grotere breekbaarheid van de botten.¹² De WHO spreekt van osteoporose indien de BMD-waarde meer dan 2,5 keer de standaarddeviatie lager is dan het gemiddelde van jongvolwassenen (voor volwassen blanke vrouwen, gemeten in de lumbale wervelkolom en femurhals).¹³ Een normale botmassa is een BMD die maximaal 1 standaarddeviatie lager is

dan het gemiddelde van jongvolwassenen. Het stadium tussen een normale botmassa en osteoporose heet osteopenie.

Osteoporose kan primair of secundair zijn. Bij secundaire osteoporose zijn condities aanwijsbaar die oorzakelijk of belastend zijn voor het ontstaan van osteoporose, zoals chronische obstructieve longaandoeningen of reumatoïde artritis. Bij primaire osteoporose zijn dergelijke oorzaken niet vast te stellen.

A.10.1 Maatschappelijke impact

Zowel nationaal als internationaal is er de laatste jaren grote belangstelling voor het ziektebeeld osteoporose. Medische richtlijnen met betrekking tot onderzoek en behandeling voor osteoporose zijn onder andere verschenen in Groot-Brittannië,¹⁴ Canada¹⁵ en Australië.¹⁶ In Engeland is een osteoporoserichtlijn voor fysiotherapeuten uitgebracht.¹⁷ Belangrijke Nederlandse producten zijn het recente rapport van de Gezondheidsraad,¹⁸ de *NHG-Standaard Osteoporose*¹ (van het Nederlands Huisartsen Genootschap) en de *CBO-Richtlijn Osteoporose en Fractuurpreventie* van het Kwaliteitsinstituut voor de gezondheidszorg CBO.²

Er bestaan discrepanties tussen de aanbevelingen van de Gezondheidsraad en die van het NHG. De Gezondheidsraad pleit voor actieve case-finding van personen met een verhoogd risico op fracturen en het voorschrijven van preventieve medicamenteuze therapie. Het standpunt van het NHG is dat uitgebreide case-finding vooralsnog geen navolging verdient, omdat aan de voorspellende waarde van diverse risicofactoren kan worden getwijfeld én omdat er nog weinig zicht is op de effectiviteit van medicamenteuze interventies bij mensen die nog geen fractuur hebben gehad.

A.11 Epidemiologische gegevens

A.11.1 Prevalentie en incidentie van osteoporose

Op basis van huisartsenregistraties werd het aantal mannen met osteoporose op 1 januari 2007 geschat op 15.200 (1,9/1000) en het aantal vrouwen op 133.000 (16,1/1000) (tabel 2). Omdat niet alle mensen die osteoporose hebben hier ook mee gediagnosticeerd

Tabel 1. EBRO-criteria.

niveau 1	onderzoek van niveau A1 of ten minste 2 onafhankelijk van elkaar uitgevoerde onderzoeken van niveau A2
niveau 2	1 onderzoek van niveau A2 of ten minste 2 onafhankelijk van elkaar uitgevoerde onderzoeken van niveau B
niveau 3	1 onderzoek van niveau B of niveau C
niveau 4	mening van deskundigen
kwaliteitsniveaus (interventie en preventie)	
A1	systematische review van ten minste 2 onafhankelijk van elkaar uitgevoerde onderzoeken van A2-niveau
A2	gerandomiseerd dubbelblind vergelijkend klinisch onderzoek van goede kwaliteit van voldoende omvang
B	vergelijkend onderzoek, maar niet met alle kenmerken als genoemd onder A2 (hieronder valt ook patiëntcontroleonderzoek, cohortonderzoek)
C	niet-vergelijkend onderzoek
D	mening van deskundigen, bijvoorbeeld de werkgroepleden

Tabel 2a. Puntprevalentie van osteoporose (absoluut en per 1000) op 1 januari 2007 naar leeftijd en geslacht.^{19,a,b}

leeftijd (in jaren)	prevalentie per 1000		prevalentie absoluut	
	mannen	vrouwen	mannen	vrouwen
0-4	0,06	0,08	28	36
5-9	0,08	0,08	41	39
10-14	0,11	0,10	58	46
15-19	0,16	0,13	82	65
20-24	0,23	0,20	111	97
25-29	0,32	0,34	158	168
30-34	0,45	0,61	243	328
35-39	0,64	1,14	417	731
40-44	0,90	2,20	597	1.421
45-49	1,27	4,25	788	2.607
50-54	1,79	8,16	1.019	4.592
55-59	2,53	15,29	1.420	8.415
60-64	3,51	26,21	1.631	12.062
65-69	4,99	43,40	1.724	15.697
70-74	7,02	64,78	1.901	20.349
75-79	9,83	86,51	1.971	23.749
80-84	13,76	102,86	1.693	22.229
85+	18,71	108,05	1.343	20.518
totaal	1,88	16,10	15.200	133.000
ondergrens 95%-BI	1,12	10,88	9.000	90.000
bovengrens 95%-BI	3,19	23,78	25.800	197.000

BI = betrouwbaarheidsinterval. a De leeftijdspecifieke cijfers zijn niet afgerond. Het totaal van de absolute prevalentie is onder de 50.000 afgerond op honderdtallen en boven de 50.000 op duizendtallen. b De prevalentie is geschat op basis van gegevens afkomstig van Continue Morbiditeits Registratie (CMR) Nijmegen e.o. (UMC St Radboud, afdeling Huisartsgeneeskunde, Nijmegen), Registratie Netwerk Universitaire Huisartspraktijken Leiden en Omstreken (RNUH-LEO, LUMC) RNUH-LEO. (probleemlijst) en Transitieproject (UvA, Vakgroep Huisartsgeneeskunde).

zijn, geven de huisartsenregistraties een onderschatting van de prevalentie. De werkelijke prevalentie is waarschijnlijk 2-3 keer zo hoog.¹⁹

De incidentie van osteoporose werd in 2007 geschat op 3300 mannen en 24.600 vrouwen (tabel 3). Als gevolg van demografische ontwikkelingen, zoals vergrijzing, maar wellicht ook door een vermindering van lichamelijke activiteit, zal het aantal mensen met osteoporose tussen 2007 en 2025 stijgen met 38%.²⁰

A.11.2 Prevalentie fracturen

De meeste fracturen komen voor bij vrouwen en het fractuurrisico neemt toe met de leeftijd. De meest voorkomende locaties zijn de heup, de pols en de wervelkolom (tabel 3). Osteoporose kan echter ook ten grondslag liggen aan het ontstaan van andere fracturen.¹ Na iedere fractuur is het risico op een nieuwe fractuur ongeveer 2 keer zo groot.¹

Wervelfracturen zijn niet altijd symptomatisch, waardoor het exacte aantal wervelfracturen lastig is te achterhalen. Omdat een wervelfractuur leidt tot een deformatie van de wervelkolom zijn onderzoeken naar deformatie van de wervelkolom indicatief voor het vóórkomen van wervelfracturen. Het CBO schatte in 2002 dat er jaarlijks 15.970 mensen van 55 jaar en ouder een wervelfractuur krijgen (12.686 vrouwen en 3284 mannen). Voor vrouwen komt dit neer op een incidentie van 7 per 1000 per jaar en bij mannen op 2 per 1000 per jaar.²¹ Na iedere wervelfractuur is het risico op een nieuwe fractuur ongeveer 4 keer zo groot.¹

Heupfracturen komen voornamelijk voor bij personen ouder dan 55 jaar. Vanaf die leeftijd is er een flinke stijging in het aantal heup-

fracturen. Het verhoogde valrisico is de belangrijkste reden van de stijging van de incidentie van het aantal heupfracturen.¹ De afname van de BMD heeft hier minder invloed op.²²

In 2007 waren er 17.900 heupfracturen.²³ Heupfracturen komen vaker voor bij vrouwen (75%) dan bij mannen (25%). Bijna alle heupfracturen (97%) zijn het gevolg van een val.²⁴ Fracturen van de onderarm komen vooral voor bij personen van middelbare en oudere leeftijd. De incidentie van polsfracturen neemt bij vrouwen sterk toe na de menopauze om na ongeveer het 60^e levensjaar weer af te vlakken.²⁵ Het aantal nieuwe polsfracturen per jaar bij 55-plussers in Nederland is in 2002 geschat op 12.114 (11.022 bij vrouwen en 1092 bij mannen). Dit komt neer op 6 per 1000 polsfracturen per jaar bij vrouwen en minder dan 1 per 1000 bij mannen.²¹

A.11.3 Kosten

De gezondheidszorgkosten van osteoporose zijn in 2005 geschat op 120 miljoen euro per jaar. In het rapport zijn de kosten voor heupfracturen en fracturen van de bovenste extremiteit als aparte kostenpost opgenomen. Deze kosten bedroegen respectievelijk 392 miljoen en 109 miljoen euro per jaar.²⁶ Echter, niet alle heupfracturen en fracturen van de bovenste extremiteit worden veroorzaakt door osteoporose.

A.12 Gevolgen van fracturen

De gevolgen van osteoporose betreffen voornamelijk de fracturen en de directe gevolgen daarvan, zoals pijn, verminderde mobiliteit van gewrichten en verlies van zelfstandigheid. Wervelfracturen

Tabel 2b. Incidentie van osteoporose (absoluut en per 1000 per jaar) naar leeftijd en geslacht in 2007.^{19,a,b}

leeftijd (in jaren)	incidentie per 1000		incidentie absoluut	
	mannen	vrouwen	mannen	vrouwen
0-4	0,01	0,00	4	0
5-9	0,01	0,00	6	0
10-14	0,02	0,00	9	0
15-19	0,02	0,00	13	2
20-24	0,04	0,01	18	6
25-29	0,05	0,04	26	20
30-34	0,08	0,13	41	67
35-39	0,11	0,34	73	214
40-44	0,17	0,80	109	514
45-49	0,24	1,67	150	1.030
50-54	0,35	3,12	200	1.764
55-59	0,51	5,20	285	2.838
60-64	0,74	7,54	354	3.603
65-69	1,08	9,93	380	3.629
70-74	1,58	11,50	430	3.614
75-79	2,29	11,81	465	3.265
80-84	3,32	10,78	413	2.330
85+	4,67	8,93	346	1.729
totaal	0,41	2,97	3.300	24.600
ondergrens 95%-BI	0,24	2,07	1.900	17.100
bovengrens 95%-BI	0,72	4,29	5.900	35.500

BI = betrouwbaarheidsinterval. a De leeftijdspecifieke cijfers zijn niet afgerond. Het totaal van de absolute incidentie is afgerond op honderdtallen. b De incidentie is geschat op basis van gegevens afkomstig van Continue Morbiditeits Registratie (CMR) Nijmegen e.o. (UMC St. Radboud, afdeling Huisartsgeneeskunde, Nijmegen), Registratie Netwerk Universitaire Huisartspraktijken Leiden en Omstreken (RNUH-LEO, LUMC) (contactregistratie), Transitieproject (Uva, Vakgroep Huisartsgeneeskunde) en Landelijk Informatie Netwerk Huisartsenzorg (LINH, NIVEL).

kunnen plaatsvinden zonder klachten (circa 2 op de 3 zijn asymptomatisch^{27,28}), maar ze kunnen ook gepaard gaan met een episode van hevige pijn. Deze pijn verdwijnt meestal na 1-3 maanden. Als gevolg van wigvormige deformaties en inzakkingen kan een versterkte thoracale kyfose ontstaan. De afstand tussen ribben en bekken wordt kleiner.²⁹ Dit gaat vaak gepaard met een verminderde ribspreiding en een verminderd longvolume.³⁰ Deze vervorming kan ook leiden tot druk op interne organen, waardoor bijvoorbeeld stoornissen in het maag-darmkanaal kunnen optreden. Deze stoornissen kunnen grote gevolgen hebben voor de activiteiten en participatie van de patiënt in het dagelijks leven.³¹ Lynn et al. hebben aangetoond dat patiënten met osteoporose, en dan vooral diegenen met een thoracale kyfose, andere balansstrategieën gebruiken en meer met hun romp slingeren dan gezonde mensen.³² Hierdoor dreigen patiënten met osteoporose makkelijker uit balans te raken tijdens alledaagse activiteiten.

Prospectieve studies tonen aan dat pijn en/of functionele beperkingen vooral optreden bij ernstige deformaties van de wervelkolom.^{33,34} Lyles et al. hebben aangetoond dat wervelfracturen het lichamelijke, functionele en psychosociale functioneren beïnvloeden zonder dat andere chronische aandoeningen daarbij een rol spelen.³⁵

Heupfracturen gaan gepaard met een hoge morbiditeit en mortaliteit en leiden tot een verlies aan zelfstandigheid. De gevolgen van een heupfractuur kunnen zodanig zijn dat de patiënt moet verhuizen naar een aangepaste woonomgeving.^{13,18} In 1999 overleed na een heupfractuur 6,5% van de vrouwen en 11,1% van de mannen tijdens hun verblijf in het ziekenhuis.²¹ Uit onderzoek is gebleken dat de mortaliteit in het eerste jaar na een heupfractuur tussen de 25 en 33% ligt.^{24,36,37} Verder blijft 25% van de patiënten permanent invalide.²⁴

Tabel 3. Geschatte prevalentie van heup-, wervel- en polsfracturen bij mannen en vrouwen vanaf 50 jaar¹¹

	vrouwen % (95%-BI)	mannen % (95%-BI)
heup	17,5 (16,8-18,2)	6,0 (5,6-6,5)
wervel (klinisch gediagnosticeerd)	15,6 (14,8-16,3)	5,0 (4,6-5,4)
pols	16,0 (15,7-16,7)	2,5 (2,2-3,1)
totaal	39,7 (38,7-40,6)	13,1 (12,4-13,7)

BI = betrouwbaarheidsinterval

Polsfracturen worden meestal veroorzaakt door een val op de gestrekte arm. Ze geven gedurende een of meer maanden een beperking in activiteiten waarbij de arm gebruikt wordt. Meestal wordt de arm gedurende 4–6 weken ingegipst.¹³ Daarna treedt gewoonlijk herstel op tot de normale uitgangssituatie. Procentueel gezien is de afname van kwaliteit van leven vanwege polsfracturen laag (3% bij vrouwen en 1% bij mannen) vergeleken met de kwaliteitsafname vanwege heupfracturen (63% bij vrouwen en 70% bij mannen) of vanwege wervelfracturen (17% bij vrouwen en 12% bij mannen).²¹

A.12.1 Osteoporose en kwaliteit van leven

Door het CBO werd in 2002 geschat dat er per jaar vanwege osteoporose tussen de 38.000 en 60.000 voor kwaliteit van leven gecorrigeerde levensjaren verloren gaan.²¹ In een review naar de kwaliteit van leven van vrouwen met osteoporose beschrijft Gold³⁸ dat osteoporose lichamelijke en functionele, maar ook psychosociale consequenties heeft. In het beginstadium van osteoporose zijn patiënten vaak bang voor de mogelijkheid dat fracturen kunnen optreden en voor de lichamelijke deformiteit. Deze angst voor fracturen kan inactiviteit veroorzaken. Vooral bij personen met ziektegerelateerde problemen, zoals een heupfractuur of multipole wervelfracturen of pijn, kunnen problemen ontstaan bij het uitvoeren van activiteiten en het deelnemen aan sociale activiteiten. Dit kan leiden tot gevoelens van depressie en een sociaal isolement doordat iemand zijn sociale rol(len) niet meer kan vervullen. Hulpverleners kunnen het verlies aan zelfvertrouwen en depressie makkelijk onderschatten en toeschrijven aan de toenemende leeftijd en niet aan de fracturen.

A.12.2 Primaire preventie

Omdat osteoporose meestal asymptomatisch is totdat een fractuur optreedt, wordt binnen de gezondheidszorg gediscussieerd over het belang van primaire preventie: het voorkómen van osteoporose. Dit kan aan de ene kant door de piekbotmassa te verhogen door bijvoorbeeld de jeugd te stimuleren om veel te bewegen en gezond te eten en aan de andere kant door de botmassa zo veel mogelijk te onderhouden en te verbeteren. Onderdeel van primaire preventie is het vroegtijdig screenen van mensen op hun risico op osteoporose. Dit kan plaatsvinden door case-finding. Case-finding is het herkennen van personen met een verhoogd risico door medische behandelaars. Ook de fysiotherapeut moet alert zijn en patiënten met een hoog risico adviseren contact op te nemen met de huisarts. Bij deze patiëntengroep zouden dat bijvoorbeeld personen met een verhoogd fractuurrisico zijn.¹³ Binnen de gezondheidszorg is er nog geen eenduidigheid over het belang van case-finding bij osteoporose.

Primaire preventie past binnen het beleid van fysiotherapeuten, dat gericht is op het bevorderen van een actieve leefstijl. Omdat fysiotherapeuten regelmatig patiënten behandelen met een verhoogd risico op osteoporose of aan osteoporose gerelateerde fracturen, spelen fysiotherapeuten een rol bij case-finding en bij primaire preventie van osteoporose. Daarnaast geven fysiotherapeuten voorlichting en begeleiden ze patiënten naar een verantwoord beweeggedrag en een actieve leefstijl. De werkgroep is van mening dat de fysiotherapeut bij een verdenking op osteoporose de patiënt moet adviseren contact op te nemen met de huisarts.

A.13 Pathofysiologie en risicofactoren

Gezond bot wordt in stand gehouden door een normale botopbouw. De geometrische eigenschappen van bot worden beïnvloed door de activiteit van osteoblasten en osteoclasten. De processen van botaanmaak en -afbraak zijn nauw met elkaar verbonden. Julius Wolff beschreef de relatie tussen aanpassing van bot aan belasting al in de 19e eeuw (Wolff's law). Osteoclasten breken dagelijks bot af, terwijl mechanische belasting van bot voor de osteoblasten een belangrijke stimulus is voor de aanmaak van nieuw botweefsel.³⁹ Vooral spongiosa in gewrichtsuitenden reageert snel op mechanische belasting. Nieuw bot wordt voornamelijk aangelegd in de richting van inwerkende krachten.

De langst bestaande visie op botaanpassingen is dat wisselende drukkrachten op het skelet piëzo-elektrische stroompjes in bot genereren, waarop osteoblasten reageren met botaanmaak.^{40,41} Van deze werking is ook het aanbrengen van elektrodes met een potentiaalverschil bij slecht helende wonden afgeleid. Nieuw onderzoek toont aan dat osteocyten de activiteit van osteoblasten en osteoclasten mede regelen, doordat osteocyten gevoelig zijn voor vervorming.^{42–44} Osteocyten zijn door een wijdvertakt netwerk van vloeistofkanaaltjes (canaliculi) in bot met elkaar verbonden. Een belangrijke stimulus voor een osteocyt blijkt de vloeistofstroming te zijn in deze kanaaltjes bij mechanische botbelasting. De langsstromende weefselvloeistof veroorzaakt wrijving (shear stress) waardoor de osteocyten NO²-gas en prostaglandines afgeven. Dit geven ze door aan de osteoblasten aan het botoppervlak (paracrine regulering). Tevens zijn osteocyten via hechtverbonden uitlopers met elkaar in contact en communiceren ze direct met osteoblasten. Die vormen door deze stimuli nieuw botmateriaal.

Bot blijkt vooral gevoelig voor een snelle opbouw van spanning en spanningswisselingen en er bestaat minder verband tussen botopbouw en de absolute spanning in bot. Belastingen met hoge frequentie en kleine amplitude blijken een groter osteoogeen effect te hebben dan belastingen met een lage frequentie en hoge amplitude. In dit kader zou dus dynamische belasting de botopbouw het beste stimuleren. Inwerking van spiercontracties, dynamische vormen van bewegen en hun impact op bot is effectiever dan constante druk. Als mechanische prikkels ontbreken, zoals bij immobiliteit, daalt de stimulerende werking van osteocyten. Osteoclasten die normaal worden geremd door actieve osteocyten, gaan over tot intensievere afbraak van botmineraal, wat leidt tot vermindering van de botmassa en een lagere belastbaarheid van het skelet.^{42,45} Bij mensen met osteoporose zijn zowel de botdichtheid verminderd als de kwaliteit van de microarchitectuur van het bot. Dit wordt veroorzaakt door inactiviteit (Wolff's law) met als gevolg een verminderde botvormende prikkel door actieve osteocyten, en op hoge leeftijd tevens doordat de spiegels van de geslachtshormonen lager zijn geworden. Er zijn verschillen tussen mannen en vrouwen met osteoporose. Bij vrouwen gaan er hele trabekels van de spongiosa verloren, terwijl bij mannen de dikte van de trabekels afneemt. Uit onderzoek blijkt dat bot van mensen met osteoporose een lagere osteocytendichtheid heeft dan bot van gezonde controles.⁴⁶ Dit is in overeenstemming met de onderzoeksbevinding dat in osteoporotisch bot de reactie op mechanische stimuli is verminderd.⁴²

A.13.1 Risicofactoren voor een lage botmassa

Bij osteoporose is er sprake van een geringe botmassa (lage botdichtheid en een structuurverlies van het bot). Twee mechanismen staan aan de basis van een geringe botmassa: een lage piekbotmassa en versneld botverlies op volwassen leeftijd.⁴⁷ De hoogte van de piekbotmassa wordt grotendeels erfelijk bepaald, maar ook factoren als lichamelijke activiteit tijdens de jeugd, voeding en hormonale factoren spelen een rol.⁴⁷ Vrouwen bereiken een lagere piekbotmassa dan mannen en hebben hierdoor een groter risico op het ontwikkelen van osteoporose. Mannen en vrouwen verliezen botweefsel vanaf het 35e levensjaar met een snelheid van 0,5-1% per jaar.¹³ Bij vrouwen in de menopauze gaat de daling van de oestrogenspiegels gepaard met een verhoogd botverlies van 3-5% per jaar. Deze daling houdt gemiddeld 10 jaar aan.¹³ Volgens Riggs en Melton kan een derde tot de helft van het botverlies bij vrouwen worden toegeschreven aan de menopauze en de hiermee gepaard gaande verlaging van de oestrogenspiegel.⁴⁸ Op hogere leeftijd (na circa het 70^e levensjaar) doet zich zowel bij mannen als bij vrouwen een langzaam voortschrijdend botverlies voor. De achteruitgang in de functie van organen die zijn betrokken bij de regulering van de calciumhuishouding kan leiden tot een vergrote calciumbehoefte.³¹ Eenzijdige voeding en weinig zonlicht kunnen aanleiding geven tot calcium- en vitamine-D-tekort. Om het calciumgehalte in het bloed op peil te houden, kan er calcium aan het skelet worden onttrokken. Verder draagt vermindering van de lichamelijke activiteit op hogere leeftijd ook bij tot het achterblijven van de botaanmaak bij de botafbraak.

Er is een aantal risicofactoren voor het ontstaan van een lage BMD.^{13,18,31,49} Er kan onderscheid worden gemaakt tussen beïnvloedbare en niet-beïnvloedbare risicofactoren.

- niet-beïnvloedbare factoren:
 - hogere leeftijd;
 - vrouwelijk geslacht;
 - eerdere osteoporotische fractuur;
 - positieve familie-anamnese (heupfracturen moeder);
 - erfelijke aanleg (vooral bij piekbotmassa);
 - klein en tenger van gestalte;
 - etnische origine (blank ras groter fractuurrisico);
 - bij vrouwen: late menarche, langdurige periodes van amenorroe, vroege menopauze; (natuurlijk of door operatief ingrijpen);
- beïnvloedbare factoren:
 - gebrek aan lichaamsbeweging;
 - ondergewicht, snelle gewichtsafname;
 - vitamine-D-tekort door onvoldoende expositie aan zonlicht en niet gebruiken van suppletie;
 - voeding, namelijk een lage inname van calcium en een hoge inname van cafeïne, eiwit, vezels en zout;
 - overmatig alcoholgebruik;
 - overmatig roken van sigaretten.

De beïnvloedbare factoren verklaren slechts een deel van de variatie in BMD. De Gezondheidsraad stelt op basis van verschillende studies dat circa 60% van de variatie in de BMD door genetische factoren wordt verklaard.¹⁸ Dit overzicht is gebaseerd op 4 literatuuroverzichten.

A.13.2 Risicofactoren voor fracturen

Fracturen tengevolge van osteoporose kunnen ontstaan na een val,

maar bij ernstige vormen van osteoporose kunnen ze ook spontaan of tengevolge van een klein trauma ontstaan. Een wervelfractuur is de meest specifieke uiting van osteoporose, omdat bij het ontstaan ervan de invloed van een val beperkt betekenis heeft. In de wervelkolom kunnen fracturen optreden tijdens routineactiviteiten, zoals buigen, zich oprichten of opstaan vanuit de stoel of bij het uit bed komen.

Het risico op het krijgen van een fractuur hangt nauw samen met de BMD, maar ook met het valrisico.^{13,50} Alhoewel het risico op een fractuur toeneemt naarmate de BMD lager is, is deze relatie niet lineair. Verschillende prospectieve studies laten zien dat een daling van de BMD met 1 SD het risico op fracturen verhoogt met een factor 1,4-2,5.⁵¹⁻⁵⁴ Een verschil van 2 SD's is geassocieerd met een 4-6-voudig toegenomen fractuurrisico; een eerder doorgemaakt wervelfractuur is geassocieerd met een 5 keer hoger risico op een nieuwe wervelfractuur.⁵⁵ Andere risicofactoren voor fracturen zijn een verminderde spierkracht, balans en weinig fysieke activiteit.^{56,57}

De volgende factoren verhogen het risico op heup- en wervelfracturen.

- leeftijd > 60 jaar;
- een fractuur na het 50^e levensjaar (of aanwezige wervelfractuur);
- familiegeschiedenis: moeder had een heupfractuur;
- laag lichaamsgewicht (< 60 kg);
- gebruik van corticosteroiden (> 7,5 mg/dag) langer dan 3 maanden;
- visusstoornissen;
- ernstige immobiliteit.

A.13.3 Risicofactoren voor vallen

Elk jaar komt bijna een derde van alle mensen van 65 jaar en ouder ten val. Dit risico neemt toe met de leeftijd en is veel hoger bij de verzorgingstehuispopulatie dan bij zelfstandig wonende ouderen. Op basis van prospectieve studies beschrijft de Gezondheidsraad dat het jaarlijkse valrisico bij de laatste groep in de leeftijd van 60 jaar en ouder wordt geschat op 30%.¹⁸ In verpleeghuizen kan het valrisico oplopen tot 50% per jaar.

In hun review beschrijven Gillespie et al.⁵⁸ dat ongeveer 20% van de valincidenten medische zorg vraagt en dat minder dan 10% resulteert in fracturen. Valincidenten leiden ook tot een vermindering van het zelfvertrouwen. Tot 25% van de personen die zijn gevallen, zijn beperkt hun dagelijkse activiteiten, vanwege opgelopen letsels, maar ook omdat ze bang zijn om weer te vallen.^{59,60} Ouderen die al eens eerder zijn gevallen en mensen die problemen hebben met hun balans en/of gangpatroon hebben een verhoogd valrisico.⁶⁰⁻⁶⁷ Ook stoornissen in het functioneren van de onderste extremiteiten (spierkracht of mobiliteit van gewrichten) verhogen het valrisico.^{60,68,69} Een speciale rol wordt toegekend aan de dorsaalflexoren van de voet: verzwakte dorsaalflexoren verhogen het valrisico.⁷⁰ Lichamelijke inactiviteit is een onafhankelijke risicofactor voor fracturen: mensen die weinig bewegen hebben een groter risico op fracturen.^{54,71-75} Lichamelijke activiteit beschermt dus tegen fracturen. Opgemerkt moet worden dat de genoemde studies steeds andere maten voor lichamelijke activiteit hanteren. Cummings et al. definiëren actief zijn als meer dan 4 uren per dag 'op de been' zijn.⁵⁴ Jaglal et al.,⁷⁴ Paganini-Hill et al.⁷¹ en Tromp et al.⁷² maken een somscore van de frequentie en de duur van activiteiten, zoals zwaar huishoudelijk werk, tuinieren, wandelen,

fietsen en sporten, terwijl Wickham et al.⁷³ alleen spreken van activiteiten in de buitenlucht.

Andere factoren die het valrisico verhogen, hebben betrekking op:^{60,66,69,76}

- de gezondheidstoestand: status na een beroerte, de ziekte van Parkinson, dementie, cognitieve stoornissen, depressie, duizeligheid, een slecht gezichtsvermogen, gebruik van medicatie die een (langdurige) sedatieve werking heeft of de reactiesnelheid beïnvloedt;
- omgevingsfactoren: schoeisel, losse matjes, meubilair dat in de weg staat, slecht licht, hulpmiddelen bij het lopen, drempels en trappen; Carter et al. vonden dat in woonhuizen de badkamer de gevaarlijkste ruimte was en dat in 80% van de huizen ten minste 1 gevaarlijke omgevingsfactor aanwezig was; een val bleek echter meestal veroorzaakt te worden door een combinatie van factoren.⁷⁷

A.14 Beïnvloeden van risicofactoren

A.14.1 Calcium

Op basis van diverse studies beschrijft de Gezondheidsraad dat de aanbevolen hoeveelheid calcium voor ouderen (> 70 jaar) is vastgesteld op 1200 mg per dag.⁷⁸ Voor mensen met osteoporose wordt eveneens 1200 mg per dag aanbevolen. De *CBO-richtlijn Osteoporose en Fractuurpreventie* stelt dat het wenselijk is dat patiënten met osteoporose een calciumsupplement van 500–1000 mg per dag gebruiken wanneer de inname van calcium met de voeding lager is dan 1200 mg per dag.² Daarbij geldt de suppletiedosis van 1000 mg vooral wanneer de patiënt geen zuivelproducten gebruikt.¹⁹ Correctie van een te lage calciuminname (fysiologische toediening) heeft een gunstig effect op de BMD en kan het fractuurrisico verlagen. Er zijn geen bewijzen dat calciuminname boven de aanbevolen hoeveelheid de te bereiken piekbotmassa of de botafbraak na de menopauze of tijdens de ouderdom gunstig kan beïnvloeden.¹⁸ Volgens de voedselconsumptiepeilingen in Nederland gebruiken de mensen in de diverse leeftijdscategorieën ruim voldoende calcium. De *CBO-richtlijn* formuleert hierover: 'Calcium reduceert alleen in combinatie met vitamine D het optreden van heupfracturen'.²

A.14.2 Vitamine D

Op basis van diverse studies concludeert de Gezondheidsraad dat een tekort aan vitamine D gepaard gaat met een afname van de BMD en met spierzwakte.⁷⁹ De huid maakt vitamine D aan onder invloed van zonlicht. Ook kan voeding een bron zijn van vitamine D. Het advies van de Gezondheidsraad luidt als volgt: 'De commissie vindt het wenselijk dat:

dagelijks 10 microgram vitamine D extra wordt gebruikt door:

- kinderen tot 4 jaar;
- personen van 4–50 (vrouwen) of 70 (mannen) jaar die een donkere huidskleur hebben of onvoldoende buitenkomen;
- vrouwen tot 50 jaar die een sluier dragen;
- vrouwen die zwanger zijn of borstvoeding geven;
- personen vanaf 50 (vrouwen) of 70 (mannen) jaar die een lichte huidskleur hebben en voldoende buitenkomen.

dagelijks 20 microgram vitamine D extra wordt gebruikt door:

- personen die osteoporose hebben of in een verzorgings- of verpleeghuis wonen, personen vanaf 50 (vrouwen) of 70 (man-

nen) jaar die een donkere huidskleur hebben, onvoldoende buitenkomen en vrouwen vanaf 50 jaar die een sluier dragen.

Hierbij veronderstelt de commissie dat de inname van calcium voldoende is.'

De CBO-richtlijn stelt dat suppletie van vitamine D in combinatie met calcium leidt tot minder fracturen. Vitamine D is eveneens effectief bij het reduceren van valincidenten bij ouderen.²

A.14.3 Beweging

Het continue proces van botafbraak en -opbouw is een respons op druk- en trekkrachten op het bot. Hierdoor kan het lichaam de botmassa en de structuur van botten aanpassen aan de eisen die het lichaam aan het skelet stelt.

Opbouw van botweefsel vindt plaats door modellering en remodeling. Modellering is de som van de mechanismen die de sterkte van de botten vergroten en die de vorm van de botten aanpassen aan de mechanische belasting tijdens de groei. Remodelling is het vernieuwen van de botmassa. Bij elke vernieuwing gaat echter een beetje botweefsel verloren, waardoor remodeling gepaard gaat met een afname van botmassa.⁸⁰ Om een toename van botweefsel te bewerkstelligen, is overschrijding van een bepaalde belastingsintensiteit nodig. Frost stelt dat een belasting die hoger is dan 1500–3000 microstrain (maat voor botdeformatie) het modelleringproces in gang zet, terwijl een belasting die lager is dan 100–300 microstrain (bijvoorbeeld door lichamelijke inactiviteit of langdurige bedrust) het remodelingproces in gang zet.⁸¹ Oudere mensen of mensen die weinig bewegen, zouden de drempelwaarde voor modellering eerder bereiken, omdat de botten minder sterk zijn (geworden).

Dierexperimenteel onderzoek toont aan dat de osteogene respons positief is gerelateerd aan de hoogte van de belasting⁸² en aan de snelheid van de belasting⁸³ en dat weinig herhalingen nodig zijn om een maximaal effect te bereiken.⁸⁴ Ook blijkt het modelleringproces afhankelijk te zijn van een 'ongewone' belasting (ongewoon in grootte of qua verdeling van de belasting).⁸² De respons op een dynamische botbelasting is groter dan op een statische belasting.^{42,84}

In overeenstemming met deze gegevens is bekend dat personen die regelmatig bewegen een hogere piekbotmassa bereiken in vergelijking met niet-sporters en dat personen met veel lichamelijke activiteiten een hogere botmassa hebben dan minder actieve personen.^{85,86}

Samenvattend: om botweefsel te versterken, moeten de botten worden belast. De belastingsintensiteit moet hoog genoeg zijn ('ongewoon' en afgestemd op het actuele belastingsniveau) en de belastingsvorm moet dynamisch (hoge snelheid, weinig herhalingen) van aard zijn.

A.14.4 Heupbeschermers

Een heupbeschermer is een kunststof schijf die in speciaal ondergoed over de heupkop wordt geplaatst. Bij een eventuele val vangt deze beschermer de krachten op die op de heupkop zouden komen en verdeelt deze over de omringende weefsels. De resultaten van 1 gecontroleerde studie⁸⁷ en 3 observationele studies^{88–90} lijken veelbelovend. Een gerandomiseerde studie wijst echter uit dat heupbeschermers geen significant effect hebben op het aantal heupfracturen en dat de interventie niet kosteneffectief is.^{91,92}

Er wordt namelijk een lage compliance gevonden voor het dragen van heupbeschermers.^{87,89,90} Ook worden de heupbeschermers vaak niet 's nachts gedragen.⁹³ De heupbeschermer zou vooral een optie zijn bij personen met een aanzienlijk en niet te reduceren valrisico, bijvoorbeeld patiënten met dementie.¹⁸

B Diagnostisch proces

B.1 Aanmelding en verwijzing

Indien een patiënt is verwezen door de huisarts of een medisch specialist moeten op de verwijzing de volgende gegevens vermeld staan: naam patiënt (eventueel adres en gegevens over de zorgverzekering); het burgerservicenummer (BSN); de datum van de verwijzing; de diagnose (eventueel diagnosecode); de verwijfsindicatie; de hulpvraag van de patiënt; relevante gegevens over de gezondheidstoestand van de patiënt (medicatie en relevante medische en psychosociale gegevens, zoals leefstijl); naam van de verwijzer; handtekening van de verwijzer; naam van de huisarts (indien deze niet de verwijzer is).

B.2 Directe Toegankelijkheid Fysiotherapie (DTF)

Als iemand met de diagnose osteoporose zich bij de fysiotherapeut aanmeldt zonder verwijzing (DTF), zal eerst een screening plaatsvinden. Deze is bedoeld om na te gaan of fysiotherapeutische behandeling is geïndiceerd. Hiertoe moet de fysiotherapeut zich een beeld vormen van de klachten en symptomen en de eventuele aanwezigheid van zogeheten rode en gele vlaggen. Rode vlaggen zijn patronen van symptomen of tekenen (waarschuwingssignalen) die kunnen wijzen op min of meer ernstige pathologie, die aanvullende medische diagnostiek vereisen. Herkenning van het klachtenpatroon dat specifiek is voor osteoporose is van belang om vast te kunnen stellen of er rode vlaggen aanwezig zijn die niet bij dit patroon passen. Hierna staan de rode vlaggen vermeld voor osteoporose, zoals verzameld op basis van de literatuur en expert opinion.

Algemene rode vlaggen

- pijn die niet te provoceren of te reduceren is door houdingen en/of bewegingen
- zich uitbreidende en toenemende pijn
- koorts
- (nachtelijk) transpireren
- misselijkheid
- braken
- diarree
- (onnatuurlijke) bleekheid
- duizeligheid/ flauwvallen
- ongewenst gewichtsverlies (> 5 kg per maand)
- acuut ontstaan van klachten zonder verklaring
- eetlustdaling
- langdurig gebruik van corticosteroïden
- onbegrepen tekenen of symptomen na recent trauma
- duidelijke symptomen of tekenen van ernstige weerstandsdaling, zoals schimmelinfecties, onbegrepen ontstekingsbeelden
- in combinatie met progressieve algehele zwakte
- evidente verlamming

- evidente gevoelsstoornis
- leeftijd (> 50 jaar) in combinatie met pathologie
- leeftijd (> 50 jaar) in combinatie met pathologie
- nachtelijke pijn
- bekend met maligniteiten
- maligniteit in de familieanamnese
- psychopathologie/psychiatrie

Specifieke rode vlaggen

- onverklaarbare pijn
- zwelling in de lies (maligniteit?)
- (hevige) pijn in rust en zwelling (zonder trauma) (maligniteit?)

In geval van een of meerdere rode vlaggen moet de fysiotherapeut de patiënt hierover informeren. Ook de huisarts moet, in overleg met de patiënt, over de rode vlaggen worden geïnformeerd. Daarnaast krijgt de patiënt het advies om contact op te nemen met de huisarts of behandelend specialist. Over de communicatie tussen de fysiotherapeut en de huisarts zijn lokaal afgestemde afspraken mogelijk ten aanzien van de gang van zaken als de fysiotherapeut rode vlaggen constateert.

Bij onduidelijkheid over de diagnose krijgt de patiënt het advies om contact op te nemen met de huisarts. Deze kan verder onderzoek verrichten.

Tijdens deze screeningsfase kunnen zich 5 mogelijke situaties voordoen (volgens de KNGF-nascholingsmodule DTF):

1. De gepresenteerde symptomen passen volledig in een voor de fysiotherapeut bekend patroon van klachten als gevolg van osteoporose.
Actie: overleg met de patiënt en besluit of verder fysiotherapeutisch onderzoek geïndiceerd is.
2. De gepresenteerde symptomen passen niet in een voor de fysiotherapeut bekend patroon van klachten als gevolg van osteoporose.
Actie: informeer de patiënt en, in overleg met de patiënt, ook de huisarts en adviseer de patiënt om contact op te nemen met de huisarts.
3. De aanwezige symptomen passen in een voor de fysiotherapeut bekend patroon van klachten als gevolg van de osteoporose, maar er wijken een of meerdere bijkomende symptomen af van het patroon.
Actie: informeer de patiënt en, in overleg met de patiënt, ook de huisarts en adviseer de patiënt om contact op te nemen met de huisarts.
4. De gepresenteerde symptomen passen in een voor de fysiotherapeut bekend patroon van klachten als gevolg osteoporose. Het beloop is echter afwijkend.
Actie: informeer de patiënt en, in overleg met de patiënt, ook de huisarts en adviseer de patiënt om contact op te nemen met de huisarts.
5. Er zijn een of meerdere rode vlaggen aanwezig.
Actie: informeer de patiënt en in overleg met de patiënt ook de huisarts en adviseer de patiënt om contact op te nemen met de huisarts.

Op basis van bovenstaande formuleerde de werkgroep de volgende aanbeveling:

1 Rode vlaggen

Bij elke patiënt dient de fysiotherapeut na te gaan of er rode vlaggen aanwezig zijn. In geval van een of meerdere rode vlaggen moet de patiënt worden geïnformeerd en krijgt de patiënt het advies om contact op te nemen met de huisarts (in geval van Directe Toegankelijkheid Fysiotherapie, DTF) of verwijzend arts (niveau 4).

Kwaliteit van de gevonden artikelen: D.

B.3 Anamnese

De anamnese heeft tot doel duidelijkheid te verkrijgen over de klacht en de aandoening. Hierbij gaat het bijvoorbeeld om aard, oorzaak en ontstaanswijze, lokalisatie, ernst en beloop van de klacht en aandoening en mogelijke psychosociale en gedragsmatige risicofactoren voor het onderhouden en/of verergeren van de gezondheidsproblemen (gele vlaggen). De fysiotherapeut inventariseert de risicofactoren voor een lage BMD en een hoog valrisico (paragraaf A.13) en gaat na of de patiënt een verhoogd risico heeft op fracturen.

Cognitieve stoornissen zijn geassocieerd met een verhoogd valrisico. Om cognitieve stoornissen te inventariseren, kan de fysiotherapeut gebruikmaken van de *Mini Mental State Examination* (MMSE). De MMSE is een betrouwbaar, valide en bruikbaar meetinstrument voor het opsporen van cognitieve stoornissen bij ouderen.^{94,95} De vragenlijst bestaat uit 2 delen. Het eerste deel betreft oriëntatie, geheugen en aandacht. Het tweede deel test de mogelijkheid van personen om verbale en geschreven commando's te benoemen, te volgen en/of te kopiëren. De maximale totale score is 30. Een score lager dan 24 is grofweg indicatief voor cognitieve stoornissen.⁹⁶ Deze score wordt geassocieerd met een hoger valrisico.⁹⁷

Bij patiënten met osteoporose of met osteoporose samenhangende klachten onderzoekt de fysiotherapeut welk(e) probleemgebied(en) (immobiliteit, een verhoogd valrisico en/of status na een fractuur) op de voorgrond staat/staan. De hulpvraag van de patiënt is het uitgangspunt.

Gele vlaggen zijn aanwijzingen voor psychosociale en gedragsmatige risicofactoren voor het onderhouden en/of verergeren van de gezondheidsproblemen.

Gele vlaggen

Ideeën omtrent de pijn

- De patiënt denkt dat de pijn beschadigend werkt.
- De patiënt denkt dat de pijn oncontroleerbaar is.
- De patiënt denkt dat rust het beste is en dat activiteiten de pijn verergeren.

Gedrag

- De patiënt gebruikt hulpmiddelen, medicatie en pijnstillers.
- De patiënt ligt veel op bed en vermijdt dagelijkse activiteiten.
- De patiënt slaapt slechter sinds het ontstaan van de pijn.

Financiële consequenties

- De patiënt heeft er geen financieel belang bij om het werk te hervatten.

- Er was sprake van uitkeringsproblematiek bij eerder verzuim van het werk gedurende een langere periode (bijvoorbeeld 12 weken), die was gerelateerd aan pijn.

Diagnostiek en behandeling

- Er bestaat verwarring omtrent de diagnose.
- De patiënt is afhankelijk van eerdere behandelingen.
- Er is sprake van passieve behandelmodaliteiten.
- De patiënt onderging in het verleden een reeks ineffectieve behandelingen.

Emoties

- De patiënt is bang om het werk te hervatten.
- De patiënt is depressief en sneller geïrriteerd dan voorheen.
- De patiënt is angstig en heeft een toegenomen aandacht voor lichamelijke gewaarwordingen (inclusief verhoogde arousal).

Gezin

- De patiënt heeft een overbeschermende partner die het gevaar op beschadiging en letsel benadrukt.
- De patiënt krijgt onvoldoende steun bij de hervatting van de activiteiten.

Bepaalde beroepen

- De patiënt is verpleegkundige, vrachtwagenchauffeur of bouwvakker, of zwaar tillen hoort bij zijn beroep.
- De patiënt is ervan overtuigd dat werk schadelijk is.
- De patiënt heeft problemen in de huidige werksetting.
- De patiënt heeft negatieve eerdere ervaringen bij werkherhervatting na een episode van pijn.

Op basis van bovenstaande formuleerde de werkgroep de volgende aanbeveling:

2 Anamnese

Bij het inventariseren van de gezondheidsproblemen van mensen met osteoporose moet de fysiotherapeut de gezondheidstoestand in kaart brengen door, volgens het ICF-model, gebruik te maken van de gezondheidsdomeinen: functies en anatomische eigenschappen, activiteiten, participatie, externe en persoonlijke factoren (niveau 4). Kwaliteit van de gevonden artikelen: D.

B.4 Onderzoek

B.4.1 Inspectie/observatie en palpatie

Kenmerken van wervelimpresie zijn: toename van de thoracale kyfose, abdominale protrusie, kort bovenlijf, toename van de cervicale lordose, de onderste ribben raken de bekkenkam, vermindering van lengte (> 40 jaar is 1,5 cm per 10 jaar normaal, > 3 cm is abnormaal), verschil tussen de spanwijdte minus de lichaamslengte > 5 cm.

Kloppijn, maar ook (as)drukpijn worden beschouwd als indicatief voor wervelpathologie, maar het ontbreken van deze symptomen betekent niet dat er geen wervelpathologie kan zijn (Hirschberg et al. in de *NHG-Standaard Osteoporose*).

B.4.2 Lichamelijk onderzoek

Bij het lichamelijk onderzoek kunnen meetinstrumenten worden gebruikt.

De meetinstrumenten die van toepassing kunnen zijn bij patiënten met osteoporose zijn op systematische wijze gekoppeld aan de gezondheidsdomeinen van de ICF. In figuur 1a staan de aanbevolen meetinstrumenten, in figuur 1b de optionele meetinstrumenten. Instrumenten uit beide sets kunnen worden toegepast wanneer daar in de praktijk aanleiding toe is. Al deze meetinstrumenten zijn beschikbaar via www.meetinstrumentenzorg.nl.

Gewrichtsfunctie (wervelkolom)

De flexiecurve-ruler en Brunner's kyfometer zijn betrouwbare instrumenten om de kyfose te meten. De kyfometer heeft de grootste betrouwbaarheid, maar met de flexiecurve-ruler kan de houding ook kwantitatief worden beoordeeld.⁹⁸ De kyfose kan ook worden gemeten door de patiënt met de rug tegen de muur laten staan, en de afstand te bepalen tussen de wervel C7 en de muur. Dit geeft een indruk van de ernst van de kyfose. Verscheidene metingen maken eventuele vooruitgang zichtbaar.

Spierfunctie

Een *Hand-held dynamometer* is een betrouwbaar instrument om de spierkracht te meten. Het instrument is in de praktijk goed toepasbaar; het is relatief goedkoop, draagbaar en nauwkeurig.^{99,100} Om de betrouwbaarheid te vergroten, moet de meting zo veel mogelijk worden gestandaardiseerd aan de hand van een meetprotocol; het resultaat is onder andere afhankelijk van de positie van de dynamometer.¹⁰¹ In het protocol worden ook vast-

gelegd: de houding van de patiënt, de testtechniek en -procedure, de naam van de fysiotherapeut die de test afneemt, de instructie die de patiënt krijgt en het type dynamometer. Met behulp van de 1-RM schattingstest kan de (maximale) spierkracht worden geschat zonder dat een patiënt een 1 RepMax hoeft uit te voeren (1 RepMax is 1 herhalingsmaximum: het gewicht dat de patiënt maximaal 1 keer kan optillen). Een eenvoudige test voor de globale spierkracht van de extensoren van de benen is de *Timed Chair Stand test (TCS)*.¹⁰² De indicatiewaarden staan in tabel 4.

Indicatie voor behandeling

Een spierkracht < 70% van de verwachte spierkracht is indicatie voor behandeling.

Gewrichtsfunctie (bovenste en onderste extremiteiten)

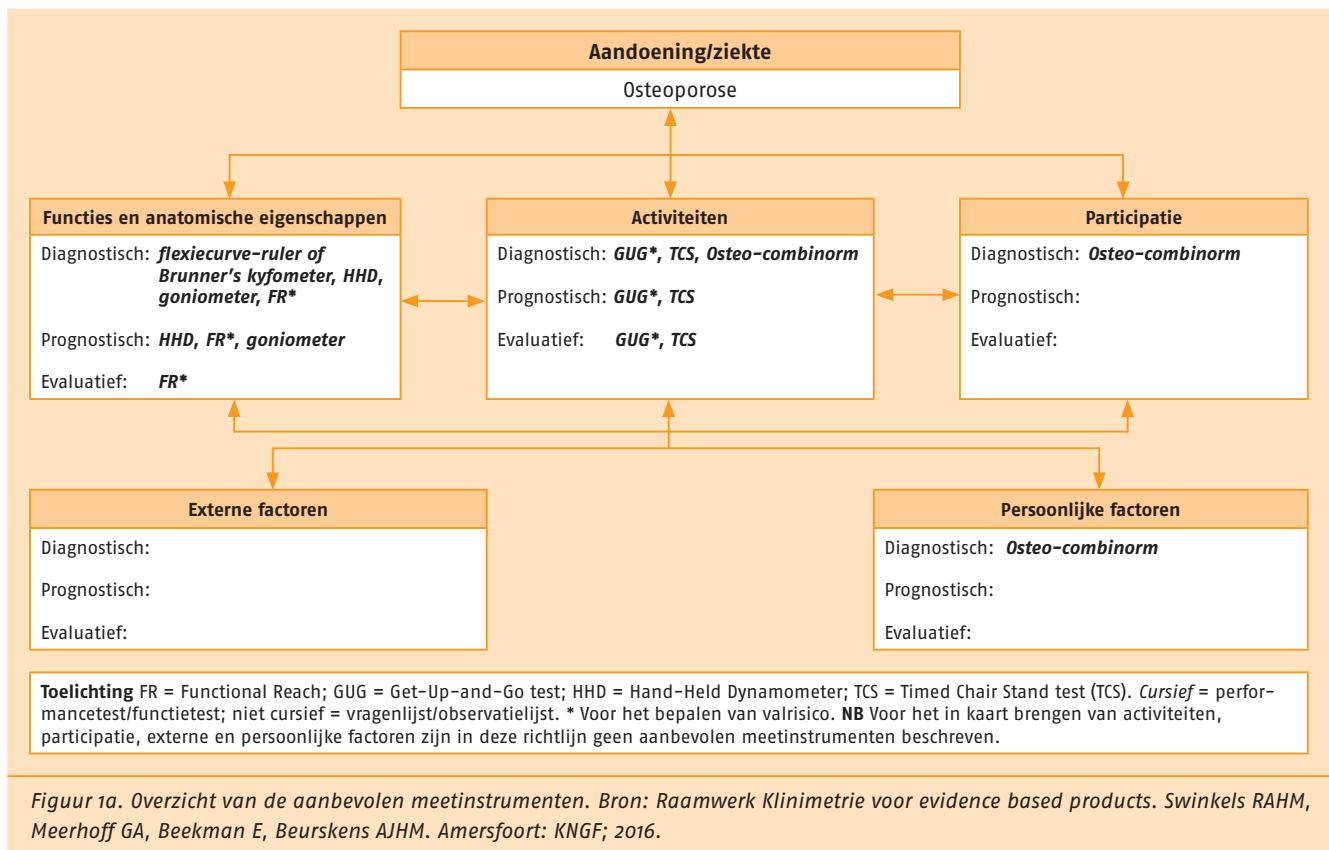
De goniometer kan worden gebruikt om de mobiliteit van gewrichten te meten. Het meetinstrument is makkelijk toepasbaar en goedkoop. De goniometer heeft een goede betrouwbaarheid, mits een gestandaardiseerde procedure wordt gehanteerd.^{104,105}

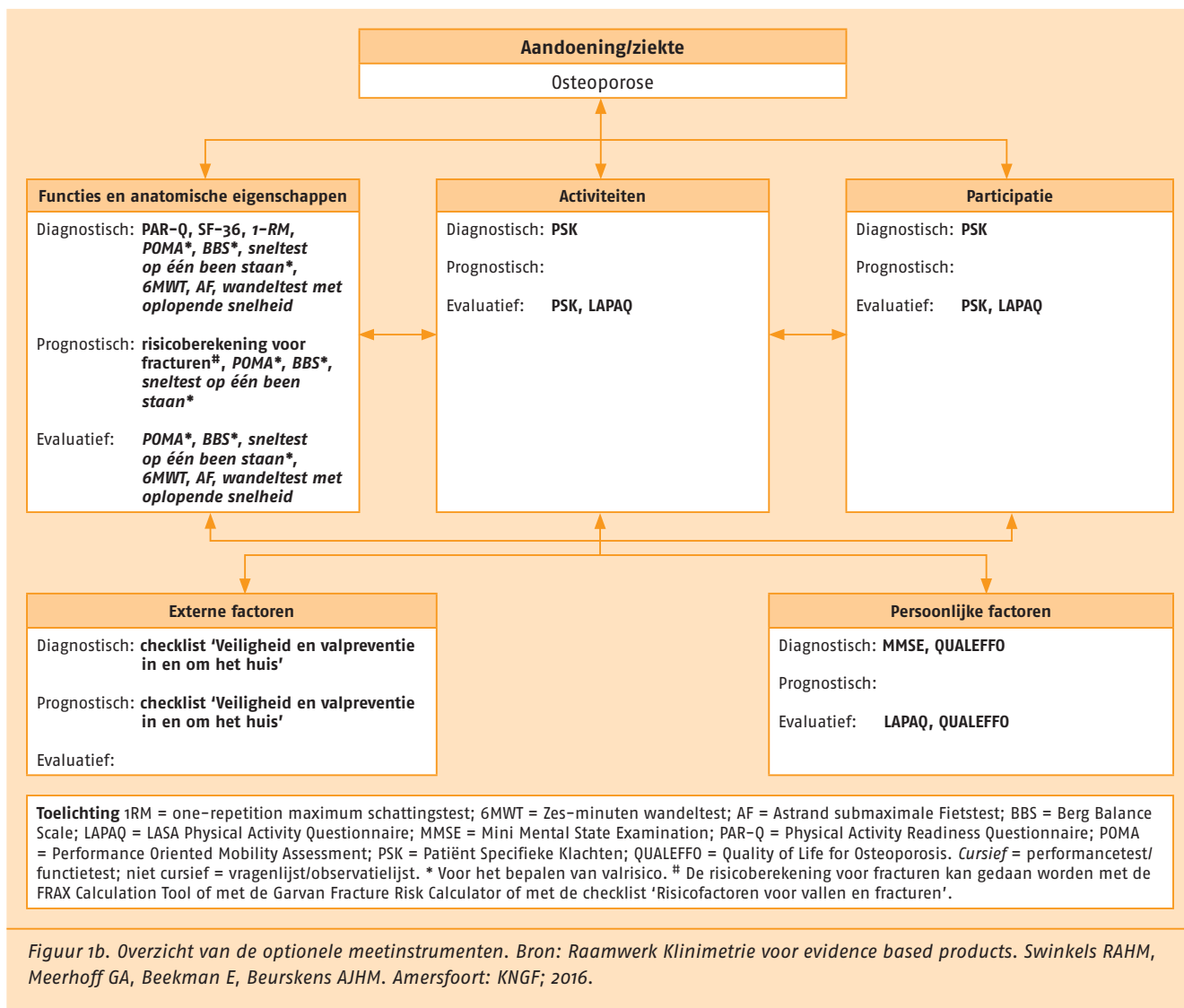
Indicatie voor behandeling

Behandeling is geïndiceerd wanneer de mobiliteit minder is dan nodig is voor adl (tabel 5).¹⁰⁶

Evenwicht / balansanalyse / transfers

De *Performance Oriented Mobility Assessment (POMA)* (onderdeel evenwicht), de *Berg Balance Scale (BBS)*, de *Functional Reach (FR)* en de *Get-Up-and-Go test (GUG)* zijn betrouwbare en valide meetinstrumenten om evenwicht en balans in kaart te brengen. De





POMA en de BBS zijn beide bedoeld om balans te meten. De POMA heeft 2 antwoordcategorieën en is hiermee grover en minder gevoelig dan de BBS, die 4 antwoordcategorieën heeft. Voordeel van de POMA is dat er ook een onderdeel voor ganganalyse is. De FR en de GUG zijn eenvoudig en snel toepasbaar en zijn te gebruiken als screeningsinstrument, evenals de sneltest waarbij de patiënt zo lang mogelijk op 1 been gaat staan.

Indicatie voor behandeling

Indien een patiënt bij de transfers meerdere pogingen nodig heeft, overmatig in een bepaalde richting leunt, zijn balans tijdens dagelijkse functionele activiteiten niet kan houden, in een bepaalde richting balans verliest, zich moet vasthouden aan iets of iemand om zijn balans niet te verliezen of als er onveilige momenten zijn tijdens de transfer (bijvoorbeeld te veel op het puntje van de stoel zitten).¹⁰⁶

Ganganalyse

De POMA heeft een onderdeel voor het doen van een ganganalyse.

Indicatie voor behandeling

Indien een patiënt struikelt of correctiestappen moet maken, bij verlies van balans door te veel naar voren, naar opzij of naar achteren te leunen, bij verlies van balans tijdens het draaien en indien de patiënt tijdens het lopen naar objecten reikt om steun te zoeken, bij afgenomen staplengte die resulteert in consistent minder op het ene been staan dan op het andere, bij afgenomen staphoogte, bij niet goed afwikkelen en afwijken van de looprichting die resulteert in zwaaibewegingen van de romp, is er een indicatie voor behandeling. Dit kan duidelijker worden bij sneller wandelen.¹⁰⁶

Aanvullende onderzoeken

Kwaliteit van leven (Quality of Life for Osteoporosis (QUALEFFO))

Deze vragenlijst is ontwikkeld door een werkgroep van de Europese Stichting voor Osteoporose.¹⁰⁷ De doelgroep omvat patiënten met wervelfracturen als gevolg van osteoporose. De betrouwbaarheid van de lijst bij patiënten met osteoporose en minimaal 1 wervelfractuur is goed en patiënten met een wervelfractuur hebben een

Tabel 4. Indicatiewaarden voor de Timed Chair Stand test (TCS)¹⁰² en spierkracht bij ouderen.¹⁰³

Timed stands test (in sec)			dorsaalflexie enkel (kg)		
leeftijd	vrouw	man	leeftijd	vrouw	man
				li - re	li - re
50	20,9	18,1	55-64	22,3-22,0	29,4-30,2
60	22,6	20,1	65-74	20,8-21,5	27,9-28,1
70	24,3	22,0	75+	17,8-18,5	25,9-26,5
80	26,1	24,0			
flexie knie (kg)			extensie knie (kg)		
leeftijd	vrouw	man	leeftijd	vrouw	man
	li - re	li - re		li - re	li - re
55-64	17,7-18,0	25,8-26,2	55-64	24,0-23,9	30,4-30,0
65-74	13,8-13,8	22,2-22,0	65-74	21,4-21,3	28,4-27,8
75+	12,3-12,6	18,8-18,7	75+	19,5-19,7	25,4-25,5

Tabel 5. Mobiliteit van gewrichten die nodig is voor het uitvoeren van adl.

schouder	elleboog	heup	knie	enkel
flexie: 150°	flexie: 140°	flexie: 90°	flexie: 90°	plantaire flexie: neutraal
extensie: 20°	extensie: 20°	extensie: 10°	extensie: 10°	dorsale flexie: neutraal
abductie: 90°				

lagere score op de vragenlijst dan gezonde mensen van dezelfde leeftijd en hetzelfde geslacht.¹⁰⁸

De vragenlijst bestaat uit 5 domeinen: pijn, fysiek functioneren (activiteiten van het dagelijks leven, werk in en om het huis en bewegen), vrije tijd en sociale activiteiten, opvattingen over gezondheid in het algemeen en stemming. Per domein loopt de score van 0-100; een lage score staat voor een hoge kwaliteit van leven.

Conditie

Betrouwbare en valide meetinstrumenten om de conditie te bepalen zijn: de 6 Minuten wandeltest,^{109,110} de Astrand submaximale fietstest¹¹¹ en de wandeltest met oplopende snelheid.¹¹²

Mogelijke subdoelen uitgewerkt naar probleemgebied*

Probleemgebied 1: (dreigende) immobiliteit

De behandeling is gericht op het stimuleren van lichamelijke activiteit van de patiënt. Het doel is te komen tot een gedragsverandering ten aanzien van de leefstijl.

Mogelijke subdoelen

- stimulering van lichamelijke activiteit
- vermindering van valangst
- opheffing/vermindering van stoornissen en beperkingen

Probleemgebied 2: een verhoogd valrisico

De behandeling is gericht op het verminderen van stoornissen en beperkingen die het valrisico verhogen.

B.5 Analyse en behandelplan

In de analyse wordt het gezondheidsprobleem van de patiënt geanalyseerd met behulp van de verwijsgegevens en de gegevens uit het fysiotherapeutisch onderzoek. De fysiotherapeut gaat na of er een indicatie is voor fysiotherapie (en of er een indicatie is voor consultatie/samenwerking met anderen). In het behandelplan worden in samenspraak met de patiënt de behandeldoelen, de verrichtingen, de strategie voor de behandeling en de taken van de patiënt en de fysiotherapeut vastgelegd.

Als voorbeeld zijn per probleemgebied enkele subdoelen uitgewerkt. Vanzelfsprekend zijn individuele subdoelen afhankelijk van de uitkomsten van het diagnostisch proces.

Mogelijke subdoelen

- verbetering van de spierfunctie
- verbetering van het evenwicht / de balans
- verbetering van het gangpatroon

Probleemgebied 3: status na een fractuur

De behandeling is gericht op het verminderen van de stoornissen en beperkingen die ten gevolge van de fractuur zijn ontstaan en het stimuleren van de adl.

Mogelijke subdoelen

- onderhouden/verbeteren van de spierfunctie en de balans
- stimuleren van lichamelijke activiteit
- aanleren van vaardigheden voor adl

* Diverse probleemgebieden kunnen een rol spelen.

C Therapeutisch proces

Bij het updaten van de *KNGF-richtlijn Osteoporose* is ervoor gekozen om, uit oogpunt van efficiëntie, het in 2001 uitgevoerde literatuuronderzoek naar de effecten van training op BMD niet te herhalen. In plaats daarvan is een literatuuronderzoek uitgevoerd vanaf het jaar 2000. Dit sluit aan op het eerder uitgevoerde onderzoek; voor het schrijven van de *KNGF-richtlijn* werd de literatuur tot en met het jaar 2000 verwerkt.

In de voorliggende richtlijn zijn zowel de bevindingen van het literatuuronderzoek verwerkt zoals deze zijn vermeld in de *KNGF-richtlijn Osteoporose* uit 2001,⁹ het literatuuronderzoek van Jongert et al. uit 2007 voor het *Concept Beweegprogramma Osteoporose*,¹⁰ als het literatuuronderzoek voor de *KNGF-standaard Beweeginterventie osteoporose*.¹¹

In de periode 1999 tot februari 2000 zijn ten behoeve van de *KNGF-richtlijn Osteoporose* uit 2001, 15 publicaties geselecteerd die voldeden aan de inclusiecriteria.⁹ Het betrof 6 systematische reviews voor de uitkomstmaat BMD, 2 systematische reviews voor de uitkomstmaat vallen, 1 systematische review voor de uitkomstmaat balans en 6 (R)CT's voor de overige uitkomstmaten (pijn, mobiliteit, kwaliteit van leven). Door TNO Kwaliteit van leven zijn in 2006 198 titels gegenereerd uit de periode 2000 tot en met oktober 2005 met de aanvullende zoekstrategie. Op basis van titel en abstract zijn er 177 publicaties uitgesloten. De overige 21 publicaties werden aangevraagd. Hiervan vielen 4 publicaties alsnog af: 1 publicatie bleek in Nederland niet te verkrijgen, 1 publicatie bleek een schriftelijke reactie te zijn op een eerder verschenen artikel, 1 publicatie ging over een onderzoek naar 'frail elderly' en 1 publicatie beschreef een onderzoek waarin mensen met osteoporose waren geëxcludeerd. Uiteindelijk zijn 17 publicaties geïncludeerd (16 studies). Over de periode 2005–2007 zijn voor de *KNGF-standaard Beweeginterventie osteoporose* 842 titels gegenereerd en zijn 78 RCT's, 3 meta-analyses, 7 systematische reviews en 2 Cochrane reviews geselecteerd.¹¹ Verder zijn nog 8 RCT's van voor 2005 en 2 RCT's uit 2008 toegevoegd.

Voor de update van de richtlijn is 1 systematische review uit 2009 geïncludeerd en 2 RCT's. Van de Cochrane review van Gillespie et al. is de versie uit 2003⁵⁸ vervangen door de update uit 2009.¹¹³

De literatuur is geordend op verschillende effectmaten, zoals de effectiviteit van lichamelijke activiteit op de botmassa, vallen, balans, spierkracht en andere uitkomsten (pijn, mobiliteit en kwaliteit van leven).

De kwaliteit van de gevonden studies is bepaald aan de hand van de EBRO-criteria.¹¹⁴ Over een aantal studies zijn er meerdere publicaties gevonden. De publicaties van Carter et al. gaan over een tussenmeting en eindmeting.^{115,116} Dit geldt ook voor de publicaties van Wu^{117,118} en Stengel.^{119,120} De publicaties van Korpelainen^{121,122} betreffen dezelfde RCT, maar beschrijven verschillende uitkomstmaten. Dit geldt ook voor de publicaties van Bogaerts^{123,124}, Luukinen^{125,126}, Li et al.¹²⁷ en Li¹²⁸ en 3 publicaties van Liu-Ambrose et al.¹²⁹⁻¹³¹ Een andere publicatie van Liu-Ambrose et al. betreft de follow-up van de studie.¹³² De publicaties van Vainionpää en Vainionpää et al.¹³³⁻¹³⁵ en de publicaties van Heikkinen¹³⁶ en Jämsä¹³⁷ gaan eveneens over dezelfde RCT, maar beschrijven andere uitkomstmaten. De publicaties van Bonaiuti,¹³⁸ Gillespie et al.¹¹³ en Howe¹³⁹ betreffen Cochrane reviews.

C.1 Beschrijving geïncludeerde studies

De geïncludeerde studies zijn weergegeven naar onderzoeksopzet

en populatie in de vorm van tabellen in bijlage 1 (3 tabellen over de meta-analyses en systematische reviews (tabel B.1 t/m B.3) en 3 tabellen over de RCT's (tabel B.4 t/m B.6) en beschreven naar de onderzochte populatie:

- populaties met osteoporose of osteopenie (tabel B.1 en B.4), zie paragraaf C.1.1;
- 'gezonde' populaties met een verhoogd risico op osteoporose, namelijk ouderen en postmenopauzale vrouwen (tabel B.2 en B.5), zie paragraaf C.2.2;
- 'gezonde' populaties zonder verhoogd risico op osteoporose, namelijk mensen van middelbare leeftijd en jonger (tabel B.3 en B.6), zie paragraaf C.2.3;

Wanneer wordt gesproken over 'gezonde' populaties wordt bedoeld dat deze groep (nog) niet is gediagnosticeerd met osteoporose.

Het merendeel van de studies blijkt betrekking te hebben op een gezonde populatie van met name postmenopauzale vrouwen en ouderen. In deze populaties is er een verhoogd risico op het ontwikkelen van osteoporose. In de meeste studies is het effect onderzocht van een beweeginterventie op de verschillende uitkomstmaten.

C.1.1 Studies bij mensen met osteoporose of osteopenie

C.1.1.1 Effecten van lichamelijke activiteit op de botdichtheid (BMD)

In 1 systematisch review werd het effect onderzocht van beweeginterventies op BMD bij mensen met osteoporose en osteopenie.¹⁴⁰ In 11 RCT's werd botdichtheid of botsterkte als uitkomstmaat gekozen.^{119-121,131,141-148} Bij de beschrijving van het effect van fysieke activiteit op botdichtheid zal onderscheid worden gemaakt tussen 'high-impactoefeningen', 'gewichtsdragende oefeningen' en andere oefeningen. Oefeningen zijn als 'high-impactoefening' gedefinieerd wanneer in de beschrijving was aangegeven dat er werd gesprongen of dat er op een andere manier duidelijk werd dat er een zweefmoment was, zoals bij joggen. 'Gewichtsdragende oefeningen' zijn oefeningen waarbij gebruik wordt gemaakt van het eigen lichaamsgewicht, dat zijn dus alle oefeningen die in een staande positie worden uitgevoerd, bijvoorbeeld wandelen, steps, traplopen of dansvormen. Omdat de resultaten van de studie van De Kam et al. die van de gevonden RCT's bijna volledig overlappen, zal deze studie als gouden standaard worden genomen.¹⁴⁰

De Kam et al. toonden aan dat gewichtsdragende oefeningen voor kracht en uithoudingsvermogen een positief effect hebben op botsterkte, met name wanneer de interventies minimaal 1 jaar worden volgehouden. In de RCT's met korter durende interventies^{131,143,146-148} was maar 1 studie opgenomen, die van Liu-Ambrose,¹³¹ die een significant positief effect liet zien van weerstandstraining op corticale botdichtheid van de radius en van behendigheidsstraining op corticale botdichtheid van de tibia. In de studie van Korpelainen et al. werd het effect van een interventie met high-impactoefeningen op botdichtheid onderzocht en een significant positief effect gevonden op de bone mineral content (BMC) van de trochanter, maar geen effect op BMD.¹²¹ Van interventies met aerobe oefeningen en krachtoefeningen, waarbij een deel van de oefeningen gewichtsdragend was, werden positieve effecten gevonden op de BMD van de heup¹⁴¹ en de lumbale wervelkol-

lom (LWK).^{142,149,150} In een 2 jaar durende studie werden 2 beweeginterventies met elkaar vergeleken.¹⁴⁵ In beide groepen werden positieve effecten op de botdichtheid gevonden, maar geen verschillen tussen de groepen. Omdat in beide groepen *hormone replacement therapy* (HRT) werd gebruikt, is niet uit te sluiten dat de gevonden effecten op botdichtheid veroorzaakt zijn door HRT. De resultaten van deze studie met betrekking tot botdichtheid zullen daarom niet worden meegenomen in de conclusies. Een interventie bestaande uit vibratietraining liet geen significant effect zien op BMD.¹⁴⁴ Ten slotte is in 1 RCT gekeken naar de invloed van 2 verschillende soorten krachttraining op de botdichtheid.^{119,120} Hieruit bleek een explosief uitgevoerde krachttraining (power training) een gunstiger effect te hebben dan een langzaam uitgevoerde krachttraining. In een RCT van Smulders et al. uit 2010 bestond de interventie uit een 5 weken durend valpreventieprogramma met onder andere gewichtsdragende oefeningen.¹⁴⁷ Er werd een trend gevonden voor een toegenomen BMD van de LWK; op BMD van de heup werd geen effect gevonden.

C.1.1.2 Effecten van lichamelijke activiteit op vallen en fracturen

In de systematische review van De Kam et al. (2009)¹⁴⁰ werd 1 studie geïnccludeerd die direct het effect van bewegen onderzocht op valgerelateerde fracturen.¹²¹ In 2 RCT's werd het effect van bewegen op valincidentie onderzocht.^{121,151} In de recente RCT van Smulders et al. werd ook gekeken naar het effect van bewegen op valincidentie. In de studie van Korpelainen et al. (2006) werd een significant effect gevonden op het aantal valgerelateerde fracturen; het effect op de valincidentie was niet significant.¹²¹ Door Madureira et al. (2007) werd een significant effect gevonden op valincidentie.¹⁵¹ In beide studies waren functionele balansoefeningen opgenomen. In de studie van Swanenburg et al. werd in de interventiegroep een reductie in valrisico gevonden van 89%. Er werd geen *p*-waarde vermeld, mogelijk omdat het een pilotstudie betrof met geringe steekproefomvang.¹⁴⁸ In de RCT van Smulders et al. leidde een programma met een obstakelparcours, loopoefeningen, valtraining en educatie tot een reductie in valincidentie van 39% en een verminderde valangst.¹⁴⁷ Van een programma met oefeningen voor kracht en balans in het water werd geen effect gevonden op valangst.¹⁵²

C.1.1.3 Effecten van lichamelijke activiteit op overige uitkomstmaten

De uitkomstmaten kracht en balans zijn relevant in het kader van valpreventie. Verminderde kracht en balans zijn namelijk risicofactoren voor vallen die vaker blijken voor te komen bij mensen met osteoporose.¹⁵³ Voor deze uitkomstmaten is er bijna volledige overlap met de systematische review van de Kam et al. (2009) en de RCT's. De systematische review zal daarom als gouden standaard worden genomen. Verder werden RCT's gevonden die het effect van bewegen op uithoudingsvermogen, pijn, kwaliteit van leven en fysieke activiteit hebben onderzocht.

Effecten op spierkracht

In de systematische review¹⁴⁰ en in 13 RCT's werd het effect van fysieke training op spierkracht onderzocht.^{116,119,122,130,141-143,145,148,154-157} De Kam et al. concludeerden dat een krachttraining van ten minste 3 keer per week meestal zorgt voor positief effect op een van de uitkomstmaten voor spierkracht en dat bij een frequentie van 2 keer per week soms een effect wordt gevonden. Alle RCT's met krachttraining in een frequentie van 3 of meer keren per

week toonden een positief effect aan op beenspierkracht,^{122,145} spierkracht van de bovenste extremiteit,¹⁴² of spierkracht van de romp.^{154,155} Bij een frequentie van 2 keer per week, werd meestal een significant effect gevonden op beenspierkracht,^{116,141,143,148,157} maar soms niet,^{130,156} en ook geen effect op rompkraft.^{143,156} Uit het onderzoek van Stengel et al. (2005) bleek er geen verschil in effect op spierkracht van weerstandstraining met explosieve of langzame krachtopbouw.¹¹⁹

Effecten op balans

De uitkomstmaten voor balans zijn zeer divers en daarom moeilijk onderling vergelijkbaar. In de systematische review van de Kam et al. (2009) werd een onderverdeling gemaakt tussen balans op stoornisniveau (*body sway*, gemeten met posturografie) en balans op het niveau van beperkingen (*Timed-Up-and-Go test*, op 1 been staan, *Berg Balance Scale* enzovoort).¹⁴⁰ De Kam et al. concludeerden dat balansttraining een positief effect kan hebben op uitkomstmaten op stoornisniveau en uitkomstmaten op het niveau van beperkingen. Er werden 12 RCT's gevonden die het effect van een beweeginterventie op balans hebben onderzocht.^{116,122,130,142,143,146,148,151,152,156-158} Acht RCT's onderzochten het effect van een interventie met onder andere functionele balansttraining op uitkomstmaten voor balans op het niveau van beperkingen.^{116,122,130,142,143,148,151,152} Slechts in 1 van deze studies werd geen positief effect van de interventie gevonden.¹³⁰ Het effect van een interventie met functionele balansttraining op balans op stoornisniveau werd in 7 RCT's onderzocht.^{116,122,130,143,148,156,158} Slechts 3 van deze studies vonden geen positief effect van de interventie.^{116,148,156} Twee interventies met krachttraining, al dan niet met aerobe training vonden een positief effect op balans op stoornisniveau, maar niet op het niveau van beperkingen.^{130,146} Echter, een andere studie vond wel een effect op de FR.¹⁵⁷

Effecten op uithoudingsvermogen

Vijf 5 RCT's hadden uithoudingsvermogen als uitkomstmaat.^{119,122,142,145,157} Het betrof veelal interventies met krachttraining en aerobe oefeningen. Er werd een positief effect op uithoudingsvermogen gevonden wanneer het programma werd vergeleken met inactieve controles.^{122,142,157} Er werd geen verschil gevonden wanneer explosieve en langzame uitvoering van krachttraining met elkaar werd vergeleken.¹¹⁹ Wel werd een positief effect gevonden van een programma met krachttraining voor de armen ten opzichte van krachttraining van de benen.¹⁴⁵

Effecten op ROM van de wervelkolom

Twee studies onderzochten het effect van een programma met krachtoefeningen voor de romp op ROM van de wervelkolom.^{154,155} In 1 studie werd een positief effect gevonden.¹⁵⁴ Van 2 interventies met onder andere oefeningen voor kracht en uithoudingsvermogen werd een verbetering gevonden op de Sit and Reach test.^{142,157} Pearlmutter et al. vonden een positief effect op de ROM van de schouder van een programma met extensieoefeningen van de wervelkolom en van een programma met rek- en krachtoefeningen voor de scapulaire musculatuur.¹⁵⁹

Effecten op pijn

In 9 RCT's werd het effect onderzocht van een interventie met onder andere krachttraining op pijn.^{116,119,120,129,142,146,152,154-156} Vijf van deze studies vonden een positief effect.^{119,120,142,146,154,156} Uit

de studies van Stengel et al. bleek dat er een positief effect was van een explosieve krachttraining vergeleken met krachttraining met een langzame krachtopbouw.^{119,120} Ook vibratietraining bleek een positief effect te hebben op rugpijn.¹⁴⁴ Een interventie met behendigheidstraining liet geen effect zien vergeleken met een placebo-interventie (rekken).¹²⁹

Effecten op kwaliteit van leven

In 9 RCT's werd het effect van een programma met oefeningen voor kracht en/of balans op de kwaliteit van leven onderzocht.^{116,129,146-148,152,154-156} In 5 studies werd een positief effect op de kwaliteit van leven gevonden;^{146,152,154-156} Liu-Ambrose et al. vonden wel significante effecten in de interventiegroep, maar geen significante groepsverschillen.¹²⁹

Effecten op fysieke activiteit

In 4 RCT's werd het effect van een beweeginterventie op fysieke activiteit onderzocht.^{121,130,147,148} Alleen in de studie van Swanenburg et al. werd een positief effect gevonden vergeleken met de controlegroep.¹⁴⁸ Dit effect was aanwezig tot ongeveer 3 maanden na de interventie.

C.1.2 Studies bij een gezonde populatie met een verhoogd risico op osteoporose

C.1.2.1 Effecten van lichamelijke activiteit op de botdichtheid of botsterkte

Het effect van bewegen op botdichtheid of botsterkte werd onderzocht in 1 Cochrane review,¹³⁸ 6 systematische reviews,¹⁶⁰⁻¹⁶⁵ 7 meta-analyses¹⁶⁶⁻¹⁷² en 21 RCT's.^{117,118,173-192}

Van de 14 systematische reviews en meta-analyses die het effect van een beweeginterventie op botdichtheid onderzochten bij mensen met een verhoogd risico op osteoporose^{138,160-172} vond slechts 1 meta-analyse geen effect.¹⁶⁹ Twee systematische reviews gaven aan dat slechts 1 van de 2 geïncludeerde studies een effect vond op BMD.^{161,164} Mogelijk vonden Kelley et al. geen effect omdat zij studies hadden geïncludeerd met verschillende beweeginterventies.¹⁶⁹ De andere systematische reviews en meta-analyses vonden een positief effect van interventies met krachttraining,^{138,162,163,165,167,170} gewichtsdragende oefeningen,^{163,165,168} wandelen,^{138,160,171} aerobe oefeningen,^{138,162,167,172} en high-impactoefeningen.¹⁶⁰ In de meta-analyse van Wolff et al. werd geen effect gevonden van alleen krachttraining op BMD.¹⁷²

In 5 RCT's werd het effect onderzocht van een 12 maanden durend programma met onder andere high-impactoefeningen op botdichtheid of botsterkte.^{176,182,184,186,190} Er werd een positief effect gevonden op de BMD van de heup^{182,186} en op de botsterkte van de tibia.^{176,184,190} In 4 RCT's bestond het programma uit aerobe oefeningen en kracht-oefeningen en waren er ten minste enkele gewichtsdragende activiteiten.^{174,178,180,189} De programma's die korter dan een jaar duurden, lieten geen effect zien op botdichtheid.^{174,189} Van de 2 programma's die wel een jaar duurden werd in 1 studie een positief effect gevonden op de BMD van de heup.¹⁸⁰ In 5 RCT's bestond de interventie uit gewichtsdragende aerobe oefeningen, zoals wandelen.^{117,118,173,179,181,183} Slechts 2 studies duurden ten minste 1 jaar,^{117,118,179} waarvan slechts 1 studie een gunstig effect vond op de BMD van de heup.^{117,118} Van de andere studies werd in 1 RCT een effect gevonden op total body BMD en BMD van de benen bij wandelen op hogere intensiteit (88% van de VO_{2max}) vergeleken

met wandelen op een lagere intensiteit (62% van de VO_{2max}).¹⁷³ In 3 RCT's die het effect van (gedeeltelijk) gewichtsdragende kracht-oefeningen op de botdichtheid onderzochten^{184,185,191} werd een positief effect gevonden op de BMD van de wervelkolom¹⁸⁵, de heup^{185,191} en de section modulus van de femurhals.¹⁸⁴ Het toevoegen van squats en stampen aan een interventie met line dance bleek geen effect te hebben op de BMD, maar de steekproef in deze studie was klein.¹⁹² Van de 2 RCT's die tai chi als gewichtsdragende oefening onderzochten^{175,191} liet maar 1 studie effect zien op de BMD van de heup.¹⁹¹ Er was ook een effect op de botdichtheid van de tibia,¹⁷⁵ maar een effect op de wervelkolom werd in beide studies niet gevonden. Twee RCT's die het effect van krachtoefeningen zonder gewichtsdragende component op botdichtheid onderzochten, vonden geen effect.^{177,187} Een andere studie die het effect van krachttraining van de rugextensoren onderzocht, vond een positief effect op BMD van de LWK.¹⁸⁸ In 1 RCT werd een gunstig effect gevonden van vibratietraining op de BMD van de femurhals vergeleken met het effect van wandelen.¹⁸³

C.1.2.2 Effecten van lichamelijke activiteit op vallen en fracturen

Het effect van lichamelijke activiteit op vallen en fracturen werd onderzocht in 5 systematische reviews,^{76,161,193-195} 2 Cochrane reviews,^{113,138} 1 meta-analyse¹⁹⁶ en 15 RCT's.^{126-128,179,188,191,197-206} Drie systematische reviews, 1 Cochrane review en een meta-analyse onderzochten het effect van bewegen op valincidentie; in alle studies werd geconcludeerd dat bewegen de valincidentie kan verminderen.^{76,113,161,194,196} In de studie van Baker et al. bestonden de interventies ten minste uit oefeningen voor kracht, balans en uithoudingsvermogen.¹⁶¹ Gillespie et al. concludeerden dat zowel beweegprogramma's met individueel bepaalde oefeningen als groepstrainingen de valincidentie reduceren.¹¹³ Myers et al. concludeerden dat interventies gericht op risicofactoren voor vallen en met een inspanningscomponent het valrisico kunnen verlagen. Echter dit geldt niet voor groepsprogramma's en voor bewoners van verpleeghuizen.⁷⁶ Uit de meta-analyse van Province et al. bleek dat beweeginterventies in het algemeen, en balansoefeningen in het bijzonder, het valrisico kunnen verlagen.¹⁹⁶ Twee systematische reviews met fractuurincidentie als uitkomstmaat konden geen meerwaarde van een beweegprogramma aantonen.^{138,193} In de ene review waren de resultaten echter gebaseerd op 1 studie¹³⁸ en in de andere review waren de resultaten inconsistent.¹⁹³ Uit de review van Zijlstra et al. bleek dat beweeginterventies, waaronder tai chi, de valangst kunnen verminderen.¹⁹⁵

In 8 RCT's waren kracht- en functionele balansoefeningen onderdeel van het programma.^{126,197-203} In 3 studies was de interventie pragmatisch, dat wil zeggen dat een beweeginterventie werd opgesteld aan de hand van risicofactoren voor vallen.^{126,201,202} Er werd geen reductie van valincidentie voor de groep als geheel gevonden. Luukinen et al. echter vonden wel dat de eerste 4 vallen later optraden als alleen werd gekeken naar de personen die nog buiten kwamen.¹²⁶ De compliance in deze studie was laag. Mahoney et al. vonden een verlagende valincidentie bij personen met een lage MMSE-score.²⁰² Van de andere 5 studies rapporteerden er 3 positieve effecten.^{198,199,203} In de studie van Faber et al. werd een positief effect gevonden bij prefragiele ouderen, maar juist een verhoogd valrisico bij fragiele ouderen.¹⁹⁸ In de studie van Freiburger et al. werd het effect van 2 programma's met oefeningen voor kracht en balans met elkaar vergeleken. Slechts 1 van deze programma's leidde tot een reductie in valrisico.¹⁹⁹ Means et al. toonden aan dat

een programma met oefeningen voor kracht en balans het aantal vallers kon verminderen bij mensen met een positieve valgeschiedenis.²⁰³ In de 2 RCT's die het effect onderzochten van een interventie met functionele balansoefeningen of een valpreventieprogramma, werd een positief effect gevonden op valincidentie of het aantal vallers.^{204,206} Een programma met alleen weerstandstraining liet geen effect zien op de valincidentie.¹⁹¹ Van de 3 RCT's die het effect van tai chi onderzochten^{127,128,191,205} vonden er 2 een positief effect.^{127,128,205} Een studie die snelwandelen als interventie had, liet een verhoging van het valrisico zien en geen effect op het aantal vertebrale fracturen bij postmenopauzale vrouwen met polsfracturen.¹⁷⁹ Sinaki et al. vonden een verminderd risico op vertebrale fracturen bij een training van de rugextensoren.¹⁸⁸ In 6 RCT's werd het effect onderzocht van bewegen op valangst of 'falls self efficacy'.^{128,200,207-210} In 3 RCT's waren er oefeningen voor kracht en balans in het programma opgenomen^{200,207,208} en 1 van de 3 studies vond een reductie in falls self-efficacy.²⁰⁰ De 3 RCT's met tai chi als interventie vonden een positief effect op valangst.^{128,209,210}

C.1.2.3 Effecten van lichamelijke activiteit op overige uitkomstmaten

Effecten op kracht

Het effect van beweeginterventies op kracht werd in 3 systematische reviews onderzocht.^{160,161,211} Uit de studie van Baker et al. kwam naar voren dat gecombineerde beweegprogramma's met oefeningen voor kracht, balans en uithoudingsvermogen soms een positief effect hebben op de spierkracht.¹⁶¹ Asikainen et al. concludeerden dat beweegprogramma's met krachttraining en programma's met high-impactoefeningen een positief hebben op de spierkracht.¹⁶⁰ Heemskerk et al. toonden aan dat oefeningen met klein fysiotherapeutisch materiaal en oefeningen op fitnessapparaten een positief effect hebben op spierkracht van de onderste extremiteit.²¹¹ In 43 RCT's werd effect onderzocht van beweeginterventies op maten voor spierkracht.^{123,126,174,177,179,180,182,184,185,187-192,197,199,201,203,207,208,212-233}

In studies die het effect onderzochten van ten minste 3 keer per week krachtoefeningen werd een positief effect gevonden op de spierkracht,^{123,177,182,184,187-189,199,203,208,213,214,217,218,222,224,231,233} behalve in 3 studies.^{126,191,232} In studies die het effect onderzochten van krachtoefeningen met een frequentie van 1-2 keer per week, werd in de meeste gevallen ook een positief effect gevonden,^{174,180,185,197,201,212,221,225-228} maar soms niet.²⁰⁷ Studies naar het effect van krachtoefeningen op een bepaald percentage van het 1RM, vonden een positief effect op spierkracht bij oefeningen op 20-90% van het 1 RM,^{177,182,184,185,187-189,197,213,214,221,222,227} behalve in 1 studie²⁰⁷ waarin werd getraind op 60% van het 1RM en 1 studie²³² die trainde op 30% van het 1RM. Andere trainingsvormen die een positief effect op spierkracht gaven, waren vibratietraining¹²³ (gering positief effect), aerobe trainingsvormen,^{223,225,231} een programma met springoefeningen en steps¹⁹⁰ en een programma gericht op adl-activiteiten.²¹⁷ Tai chi¹⁹¹ noch snelwandelen¹⁷⁹ lieten een effect op spierkracht zien.

Effecten op balans

Het effect van bewegen op balans werd onderzocht in 4 systematische reviews.^{139,160,161,211} Asikainen et al. concludeerden dat high-impactoefeningen een positief kunnen hebben op de balans.¹⁶⁰ Baker et al. concludeerden dat gecombineerde

beweegprogramma's met oefeningen voor kracht, balans en uithoudingsvermogen soms wel en soms geen effect hebben op de balans.¹⁶¹ Heemskerk et al. concludeerden dat oefeningen zoals op 1 been staan, zijwaarts en achterwaarts lopen, balspelen, staan op een oefentol en tai chi een positief effect hebben op de balans.²¹¹ Deze oefeningen kunnen we samenvatten onder de noemer functionele balansoefeningen. In de Cochrane review concludeerden Howe et al. dat wandelen, balansoefeningen, functionele oefeningen, krachtoefeningen en programma's met verschillende soorten oefeningen een positief effect hebben op indirecte maten voor balans (op het niveau van beperkingen, zoals gemeten met de *Timed-Up-and-Go test*).¹³⁹ Het effect van een beweeginterventie op balans werd in 35 RCT's onderzocht.^{124-128, 174,180,183,184,190-192,197,199-201,203,205-208,210,212,213,215-217,221,226-228,233-238} Zeventien RCT's onderzochten het effect van een programma met onder andere functionele balansoefeningen op uitkomstmaten voor balans op het niveau van beperkingen.^{127,128,174,180,184,191,197,199,200,203,206-208,210,212,213,216,228} In 11 van deze studies werd een positief effect gevonden.^{127,128,184,197,199,200,203,206,208,210,216,228} Acht RCT's onderzochten het effect van een beweegprogramma met functionele balansoefeningen op uitkomstmaten voor balans op stoornisniveau.^{124,174,191,201,205,206,216,238} Van deze studies vonden er 3 een positief effect.^{205,216,238} In 10 RCT's werd het effect onderzocht van interventies zonder specifieke balanstraining, maar met krachtoefeningen of impactoefeningen op uitkomstmaten voor balans.^{184,190,191,215,217,221,226,227,233,237} Daarvan vonden er 6 een positief effect.^{190,215,217,227,233,237} De studies die het effect van vibratietraining op balans onderzochten vonden een (klein) positief effect.^{124,183,234,235}

Effecten op uithoudingsvermogen

Twee systematische reviews onderzochten het effect van bewegen op uithoudingsvermogen.^{160,161} Asikainen et al. concludeerden dat wandelen, al dan niet in combinatie met andere aerobe oefenvormen, een positief effect hebben op de VO_{2max} .¹⁶⁰ Baker et al. concludeerden dat gecombineerde beweegprogramma's met oefeningen voor kracht, balans en uithoudingsvermogen soms, maar niet altijd, effectief zijn in het bevorderen van het uithoudingsvermogen.¹⁶¹ In 17 RCT's werd het effect onderzocht van de beweeginterventie op diverse maten van uithoudingsvermogen.^{174,178,179,181,189,190,212,213,217,218,220,221,223,225,230,236,239} Als ten minste 3 keer per week werd getraind op een gemiddelde intensiteit die overeenkwam met ten minste 50% van de VO_{2max} of heart rate reserve (HRR) werd meestal een positief effect gevonden op uitkomstmaten voor uithoudingsvermogen,^{178,181,189,212,223,236} maar soms niet.²³⁹ In de studie van Bunout et al. werd 2 keer per week getraind met de intensiteit stevig doorwandelen.¹⁷⁴ Er werd geen effect gevonden. Uit de RCT van Marsh et al. bleek wandelen in de buitenlucht een positiever effect te hebben op het uithoudingsvermogen dan loopbandtraining.²³⁶ Ebrahim et al. vonden geen effect van 3 keer per week 40 minuten snelwandelen.¹⁷⁹

Effecten op loopsnelheid

Het effect van een beweeginterventie op loopsnelheid werd onderzocht in 1 systematisch review¹⁶¹ en 18 RCT's.^{125-128,180,197,199,200,207,210,213,216,220,221,225,226,228,230,234,236} In de systematische review en in 4 RCT's bestond de interventie uit een combinatie van krachttraining, balansoefeningen en aerobe training in de vorm van lopen of andere gewichtsdragende oefeningen.^{161,180,199,213,228} Twee

van deze studies vonden een positief effect van de interventie op loopsnelheid.^{180,228} Slechts in 2 van de studies die het effect van een interventie met kracht- en balansoefeningen onderzochten^{126,197,199,200,207} werd een effect gevonden.^{197,200} Krachtprogramma's zonder andere oefeningen lijken geen effect te hebben op loopsnelheid.^{221,225} Van de 2 studies die het effect van tai chi op loopsnelheid onderzochten^{128,210} vond er 1 een positief effect.¹²⁸

Effecten op de uitvoering van adl-activiteiten

In 2 RCT's werd het effect onderzocht van beweeginterventies op de uitvoering van adl-activiteiten.^{217,226} Vragenlijsten werden niet meegerekend als uitkomstmaat. In 1 studie werd een significante verbetering gevonden op de Assessment of Daily Activity Performance (ADAP)-score.²¹⁷ In de andere studie verkortte de tijd die nodig was voor adl-activiteiten, met een bijna significant groeps-effect.²²⁶

C.1.3 Studies bij een gezonde populatie zonder verhoogd risico op osteoporose

C.1.3.1 Het effect van bewegen op botdichtheid of botsterkte

Het effect van bewegen op botdichtheid werd in 4 meta-analyses^{172,240-242} en 1 systematisch review onderzocht.²⁴³ In 3 RCT's werd het effect van bewegen op botdichtheid onderzocht.^{133-137,244,245} Ernst et al. onderzochten het effect van bewegen op botdichtheid bij verschillende populaties, zonder daarbij onderscheid te maken tussen pre- en postmenopauzale vrouwen.²⁴³ Er werd geconcludeerd dat fysieke activiteit, met name gewichtsdragende oefeningen, een positief effect had op botdichtheid. Uit de meta-analyse van Kelley et al. bleek dat krachttraining van de onderste extremiteit geen effect had op de BMD van de LWK of het femur; bij vrouwen bleek krachttraining echter wel een positief effect te hebben op de wervelkolom en de radius, maar niet op het femur.²⁴¹ In de meta-analyse van Kelley et al. werd geconcludeerd dat bij mannen vanaf 31 jaar bewegen een gunstig effect heeft op de BMD van de botten die specifiek belast werden.²⁴⁰ Uit de meta-analyse van Wolff et al. kwam naar voren dat programma's met kracht- en duurtraining een positief effect hadden op BMD van de heup en de wervelkolom.¹⁷² In RCT's werd aangetoond dat beweegprogramma's met high-impactoefeningen die minstens 1 jaar duurden, bij premenopauzale vrouwen een positief effect hadden op de botdichtheid.^{133,245} Verder lijkt het erop dat na een dergelijk programma low-impactoefeningen voldoende zijn om de toename in botdichtheid in stand te houden.²⁴⁵ Bij mannen van middelbare leeftijd leek een aerobe training zoals snelwandelen, geen effect te hebben op de botdichtheid.²⁴⁴

C.1.3.2 Het effect van bewegen op vallen en fracturen

Er werden geen studies geïnccludeerd die valincidentie of fractuurincidentie als uitkomstmaat hadden bij deze populatie.

C.1.3.3 Het effect van bewegen op overige uitkomstmaten

In 2 RCT's werd het effect van een beweeginterventie op spierkracht en balans onderzocht.^{245,246} In de ene studie werd een effect van high-impactoefeningen gevonden op beenspierkracht, maar niet op balans.²⁴⁵ In de andere studie met een programma met oefeningen voor kracht en balans, werd zowel een effect op spierkracht als op balans gevonden, maar de groepen hadden een significant verschillende baselinewaarde.²⁴⁶ In een andere RCT werd een po-

sitief effect van snelwandelen gevonden op uithoudingsvermogen bij mannen van middelbare leeftijd.²⁴⁴ In de RCT van Shirazi et al. bleek een beweegprogramma gecombineerd met voorlichting de houding ten opzichte van bewegen positief te beïnvloeden ('stage of change', gedragsverandering).²⁴⁶ De voorlichting was voor een deel specifiek afgestemd op de stage of change waarin de deelnemer zich bevond.

C.2 Conclusies ten aanzien van het effect van lichaamsbeweging op osteoporose

In deze richtlijn is alleen uitgegaan van studies die passen binnen de gekozen onderzoeksstrategie zoals aan het begin van de richtlijn uiteengezet. Indien de conclusies uit dit literatuuronderzoek ook gebaseerd zouden zijn op conclusies uit onderzoek dat werd gedaan volgens andere onderzoeksdesigns, zoals longitudinaal onderzoek, zou mogelijk het effect van mechanische belasting op de botmineraaldichtheid en de preventie van osteoporose zwaarder zijn gewaardeerd.^{247,248} Er zijn ook geen conclusies getrokken uit onderzoek bij dieren, ofwel, zoals Kemper het stelde: 'Als dierexperimenteel onderzoek geëxtrapoleerd zou kunnen worden naar mensen, zou 6 keer per dag 10 seconden touwtje springen of 6 keer per dag de trap af rennen reeds de "beweegnorm" van een minuut bereiken om gezonde botten te houden en osteoporotische fracturen te voorkomen'.^{247,248}

waarbij opgemerkt moet worden dat belastingen zoals traplopen wel mogelijk zijn, maar alleen als de veiligheid dit toelaat, zonder risico op overbelasting en zonder verhoogd valrisico.

Er is voldoende evidentie om met redelijke zekerheid aan te geven wat de kenmerken zijn van de meest effectieve training voor patiënten met osteoporose. Uit de geïnccludeerde studies bleek dat gewichtsdragende oefeningen en krachttraining een gunstig effect hebben op de BMD. Krachttraining bleek, behalve op de BMD van de heup en wervelkolom, ook een positief effect te hebben op de BMD van de pols. Deze bevinding is belangrijk bij de preventie van polsfracturen. Uit het literatuuronderzoek bleek ook dat beweeginterventies minimaal 1 jaar moeten duren, wil het effect op de BMD meetbaar worden. Naast een positief effect op BMD bleek dat beweeginterventies de valincidentie en risicofactoren voor vallen, en daarmee waarschijnlijk het risico op fracturen, verminderde. Hoewel de meeste geïnccludeerde studies werden uitgevoerd bij mensen die niet gediagnosticeerd waren met osteoporose, toonden recente studies aan dat er ook bij deze populaties een gunstig effect is van bewegen op BMD en overige risicofactoren voor fracturen.

Het wetenschappelijk bewijs en de interpretatie daarvan door experts is samengevat in een aantal conclusies.

C.2.1 Effecten van lichaamsbeweging op botdichtheid of botsterkte

C.2.1.1 Populaties met osteoporose of osteopenie

High-impactoefeningen (niveau 2)

- Het is aannemelijk dat beweeginterventies met onder andere high-impactoefeningen die langer dan 1 jaar worden volgehouden een positief effect hebben op de BMC van de trochanter bij vrouwen met osteoporose of osteopenie. Kwaliteit van de gevonden artikelen: A2 (Korpelainen et al., 2006¹²¹).

Gewichtsdragende oefeningen (niveau 1)

- Het is aangetoond dat beweeginterventies met ten minste een deel gewichtsdragende oefeningen die korter dan 1 jaar worden volgehouden nog geen effect hebben op de botdichtheid. Kwaliteit van de gevonden artikelen: A2 (Hourigan et al., 2008¹⁴³; Papaioannou et al., 2003¹⁴⁶) en B (Swanenburg et al., 2007¹⁴⁸).
- Het is aangetoond dat beweeginterventies met gewichtsdragende oefeningen die minimaal 1 jaar worden volgehouden een positief effect hebben op de botsterkte. Kwaliteit van de gevonden artikelen: A1 (De Kam et al., 2009¹⁴⁰).

Weerstandstraining met deels gewichtsdragende oefeningen of functionele gewichtsdragende oefeningen (niveau 2)

- Het is aannemelijk dat zowel een beweegprogramma met weerstandstraining dat deels uit gewichtsdragende oefeningen bestaat, als een beweegprogramma met functionele gewichtsdragende oefeningen, zoals een obstakelparcours en spelvormen, al na een halfjaar een positief effect hebben op de botdichtheid bij vrouwen met een verlaagde botdichtheid. Kwaliteit van de gevonden artikelen: A2 (Liu-Ambrose et al., 2004¹³¹).

Weerstandstraining (niveau 2)

- Weerstandstraining lijkt een positief effect te hebben op de corticale botdichtheid van de radius, maar niet op de heup. Kwaliteit van de gevonden artikelen: A2 (Liu-Ambrose et al., 2004¹³¹).

Weerstandstraining (niveau 3)

- Er zijn aanwijzingen dat weerstandstraining een gunstiger effect heeft op de BMD van de lumbale wervelkolom bij een explosieve uitvoering dan bij een langzame uitvoering. Kwaliteit van de gevonden artikelen: B (Stengel et al., 2005 en 2007^{119,120}).

C.2.1.2 Populaties met een verhoogd risico op osteoporose of osteopenie**High-impact oefeningen (niveau 1)**

- Het is aangetoond dat beweegprogramma's met high-impact-oefeningen die ten minste 1 jaar duren een positief effect hebben op uitkomstmaten voor botdichtheid of botsterkte. Kwaliteit van de gevonden artikelen: A1 (Asikainen et al., 2004¹⁶⁰), A2 (Uusi-Rasi et al., 2003¹⁹⁰) en B (Cheng et al., 2002¹⁷⁶; Going et al., 2003¹⁸² en Milliken et al., 2003¹⁸⁶).

Gewichtsdragende oefeningen (niveau 1)

- Het is aangetoond dat beweegprogramma's met gewichtsdragende oefeningen, die minstens 11 maanden tot 1 jaar duren een gunstig effect hebben op uitkomstmaten voor botdichtheid of botsterkte. Kwaliteit van de gevonden artikelen: A1 (Asikainen et al., 2004¹⁶⁰, Bonaiuti et al., 2002¹³⁸ en Zehnacker et al., 2007¹⁶⁵), A2 (Woo et al., 2007¹⁹¹) en B (Wu et al., 2006¹¹⁷, Chan et al., 2004¹⁷⁵, Englund et al., 2005¹⁸⁰, Karinkanta et al., 2007¹⁸⁴ en Maddalozzo et al., 2007¹⁸⁵).

Wandelen (niveau 1)

- Het is aangetoond dat wandelen een positief effect heeft op uitkomstmaten voor botdichtheid of botsterkte. Kwaliteit van de gevonden artikelen: A1 (Palombaro 2005¹⁷¹, Asikainen et al., 2004¹⁶⁰ en Bonaiuti et al., 2002¹³⁸) en B (Wu et al., 2006¹¹⁷ en Borer et al., 2007¹⁷³).

Intensiteit van het wandelen (niveau 3)

- De intensiteit van het wandelen dient voldoende te zijn: 74% van de VO_{2max} of 82,3% van de HR_{max} of 6,14 km/uur. Kwaliteit van de gevonden artikelen: B (Borer et al., 2007¹⁷³).

Krachtraining (niveau 1)

- Het is aangetoond dat krachtoefeningen die minstens 11 maanden tot een jaar worden volgehouden een gunstig effect hebben op botdichtheid of botsterkte. Kwaliteit van de gevonden artikelen: A1 (Bonaiuti et al., 2002¹³⁸ en Zehnacker et al., 2007¹⁶⁵), A2 (Woo et al., 2007¹⁹¹) en B (Karinkanta et al., 2007¹⁸⁴ en Maddalozzo et al., 2007¹⁸⁵).
- Effecten van krachtraining op botdichtheid worden gevonden bij een intensiteit vanaf 70% van het 1RM. Kwaliteit van de gevonden artikelen: A1 (Sheth et al., 1999¹⁶² Zehnacker et al., 2007¹⁶⁵).
- Het is aangetoond dat krachtraining van de rugextensoren een positief effect heeft op de BMD van de wervelkolom. Kwaliteit van de gevonden artikelen: A1 (Zehnacker et al., 2007¹⁶⁵) en A2 (Sinaki et al., 2002¹⁸⁸).

Krachtraining (niveau 2)

- Het is aannemelijk dat een krachtraining van een jaar geen effect heeft op de botdichtheid of botsterkte wanneer de oefeningen niet gewichtsdragend zijn. Kwaliteit van de gevonden artikelen: A2 (Chillibeck et al., 2002¹⁷⁷) en B (Rhodes et al., 2000¹⁸⁷).

Krachtraining (niveau 4)

- De deskundigen zijn van mening dat dynamische gewichtsdragende activiteiten, met een (bot)belasting van ten minste 1 à 2 keer het lichaamsgewicht, zoals springen, traplopen en aerobics, de belangrijkste stimulus vormen op de BMD. Kwaliteit van de gevonden artikelen: (Kemper en Ooijendijk, 2004²⁴⁸).
- De deskundigen zijn van mening dat 60 kortdurende explosieve botbelastingen, van ten minste 1 à 2 keer het lichaamsgewicht, per dag voldoende zijn om een positieve invloed uit te oefenen op de BMD. Kwaliteit van de gevonden artikelen: (Kemper en Ooijendijk, 2004²⁴⁸).
- De deskundigen zijn van mening dat de kortdurende explosieve botbelastingen voor het bereiken van een osteoogeen effect niet aaneengesloten hoeven plaats te vinden, ze kunnen bijvoorbeeld verdeeld worden over 6 periodes van 10 herhalingen. Kwaliteit van de gevonden artikelen: (Kemper en Ooijendijk, 2004²⁴⁸).

Vibratietraining (niveau 3)

- Er zijn aanwijzingen dat vibratietraining een positief effect heeft op de BMD van de femurhals bij postmenopauzale vrou-

wen, ook al is de duur van de interventie korter dan 1 jaar. Kwaliteit van de gevonden artikelen: B (Gusi et al., 2006¹⁸³).

Mannen (niveau 2)

- Er is onvoldoende onderzoek gedaan naar het effect van lichaamsbeweging op botdichtheid bij mannen. Slechts 1 studie heeft het effect van gewichtsdragende oefeningen bij mannen apart onderzocht. Kwaliteit van de gevonden artikelen: A2 (Woo et al., 2007¹⁹¹).
- Het is aannemelijk dat de effecten van fysieke training op botdichtheid bij mannen anders zijn dan bij vrouwen.

C.2.1.3 Effecten bij een populatie zonder verhoogd risico op osteoporose of osteopenie

Kracht- en duurtraining (niveau 1)

- Het is aangetoond dat interventies met krachttraining en duurtraining een positief effect hebben op de botdichtheid. Kwaliteit van de gevonden artikelen: A1 (Wolff et al., 1999¹⁷²).
- Het is aangetoond dat krachttraining een positief effect heeft op de botdichtheid. Kwaliteit van de gevonden artikelen: A1 (Kelley et al., 2001²⁴¹).

Gewichtsdragende oefeningen (niveau 1)

- Het is aangetoond dat gewichtsdragende oefeningen een positief effect hebben op de botdichtheid. Kwaliteit van de gevonden artikelen: A1 (Ernst et al., 1998²⁴³).

High-impactoefeningen (niveau 2)

- Het is aannemelijk dat met name high-impactoefeningen, zoals springen en rennen, een positief effect hebben op de BMD bij premenopauzale vrouwen. Kwaliteit van de gevonden artikelen: B (Vainionpää et al., 2005¹³³ en Kontulainen et al., 2004²⁴⁵).

High-impactoefeningen (niveau 3)

- Er zijn aanwijzingen dat de gunstige effecten van high-impactoefeningen op de BMD na het beëindigen van een dergelijk programma in stand kunnen worden gehouden met low-impactoefeningen. Kwaliteit van de gevonden artikelen: B (Kontulainen et al., 2004²⁴⁵).
- Er zijn aanwijzingen dat snelwandelen bij mannen van middelbare leeftijd geen effect heeft op de botdichtheid. Kwaliteit van de gevonden artikelen: B (Huuskonen et al., 2001²⁴⁴).

Op basis van bovenstaande formuleerde de werkgroep de volgende aanbeveling:

3 Bevorderen of in stand houden van de botmineraaldichtheid

Oefeningen ter bevordering of instandhouding van de botmineraaldichtheid moeten langdurig worden volgehouden; het duurt ongeveer 1 jaar voordat een effect op de botdichtheid zichtbaar is. Het verdient aanbeveling om oefeningen ter behoud of bevordering van de botdichtheid dagelijks uit te voeren.

Oefeningen ter bevordering of instandhouding van de botmineraaldichtheid moeten bij voorkeur gewichtsdragend zijn, bijvoorbeeld gewichtsdragende oefeningen in de vorm van krachttraining of wandelen. De intensiteit van deze oefeningen moet voldoende zijn:

- krachtoefeningen moeten een intensiteit hebben van 70–90% van het 1RM;
- er moet worden gewandeld met een snelheid van meer dan 6 km/uur.

Indien veilig en mogelijk voor de patiënt, verdienen zogeheten high-impactoefeningen, zoals springen, de voorkeur boven low-impactoefeningen.

Ter bevordering van de botdichtheid van de pols worden krachtoefeningen van de armen aanbevolen, omdat in de pols van gewichtsdragende oefeningen geen effect wordt verwacht. Om het effect van krachttraining op de botdichtheid te optimaliseren, wordt aanbevolen om oefeningen met een snelle, meer explosieve krachtopbouw te kiezen.

C.2.2 Effecten van lichaamsbeweging op val- en fractuurincidentie

Het CBO heeft in 2004 de richtlijn *Preventie van valincidenten bij ouderen* gepubliceerd.²⁴⁹ Men mag aannemen dat de interventies met betrekking tot valpreventie die bij gezonde ouderen effectief zijn, ook effectief zijn bij ouderen met osteoporose. Omdat osteoporose relatief vaak voorkomt bij ouderen worden de conclusies uit de CBO-richtlijn overgenomen in deze richtlijn.

De conclusies uit de CBO-richtlijn luiden als volgt:

Spierkrachtversterkende oefeningen en evenwichtsoefeningen (niveau 1)

- Het is aangetoond dat interventies die spierkrachtversterkende oefeningen en evenwichtsoefeningen bevatten, die specifiek aangepast zijn aan het individuele niveau van de ouderen, een absolute reductie in het aantal vallen en het aantal valincidenten met letsel geven.

Kracht- en evenwichtstraining (niveau 3)

- Er zijn aanwijzingen dat in multifactoriële interventies kracht- en evenwichtstraining bij thuiswonende ouderen van 70 jaar en ouder als afzonderlijke interventie een valreductie van 7% tot gevolg heeft.

Evenwichtstraining (niveau 4)

- De werkgroep is van mening dat oefenprogramma's met op het individu afgestemde training van evenwicht gericht op valpreventie en functionele spierkrachtverbetering uiterst zinvol zijn bij ouderen die reeds een valgeschiedenis hebben.

Naar aanleiding van het huidige literatuuronderzoek kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

Krachttraining en functionele balansoefeningen (niveau 1)

- De resultaten van interventies met krachttraining en functionele balansoefeningen zijn tegenstrijdig. In sommige studies is aangetoond dat dergelijke programma's een positief effect

hebben op uitkomstmaten voor vallen of fractures, in de gehele populatie of in een deel ervan.

In andere studies is echter aangetoond dat dergelijke programma's geen effect hebben met betrekking tot vallen of fractures. Kwaliteit van de gevonden artikelen: A1 (Baker et al., 2007¹⁶¹, Gillespie et al. 2009¹¹³), A2 (Korpelainen et al., 2006¹²¹, Freiburger et al., 2007¹⁹⁹, Luukinen et al., 2007¹²⁶, Mahoney et al., 2007²⁰² en Means et al., 2005²⁰³) en B (Faber et al., 2006¹⁹⁸). versus: A2 (Beyer et al., 2007¹⁹⁷, Freiburger et al., 2007¹⁹⁹, Luukinen et al., 2007¹²⁶, Mahoney et al., 2007²⁰², Lin et al., 2007²⁰⁰ en Lord et al., 2005²⁰¹).

Functionele oefeningen voor kracht en balans (niveau 3)

- Er zijn aanwijzingen dat voor fragiele ouderen een beweegprogramma met functionele oefeningen voor kracht en balans het valrisico verhoogen. Kwaliteit van de gevonden artikelen: B (Faber et al., 2006¹⁹⁸).

Tai chi (niveau 1)

- Het is aangetoond dat tai chi de valincidentie kan verlagen. Kwaliteit van de gevonden artikelen: A1 (Gillespie et al., 2009¹¹³), A2 (Voukelatos et al., 2007²⁰⁵) en B (Li et al., 2004¹²⁷ en 2005¹²⁸).

Functionele balanstreining of valpreventietraining (niveau 1)

- Het is aangetoond dat beweeginterventies die volledig gericht zijn op functionele balanstreining of valpreventie de valincidentie kunnen verlagen. Kwaliteit van de gevonden artikelen: A2 (Madureira et al., 2007¹⁵¹ en Smulders et al.¹⁴⁷) en B (Sakamoto et al., 2006²⁰⁴ en Weerdesteyn et al., 2006²⁰⁶).

Alleen niet-functionele, geïsoleerde krachtoefeningen (niveau 2)

- Het is aannemelijk dat een programma dat alleen niet-functionele, geïsoleerde krachtoefeningen bevat, geen effect heeft op de valincidentie. Kwaliteit van de gevonden artikelen: A2 (Woo et al., 2007¹⁹¹).

Op basis van bovenstaande formuleerde de werkgroep de volgende aanbeveling:

4 Val- en fractuurincidentie

Ter verlaging van de val- en fractuurincidentie bij mensen met osteoporose worden functionele oefeningen voor kracht en balans aanbevolen.

C.2.3 Effecten van lichaamsbeweging op spierkracht

Als gouden standaard voor het trainen van kracht, balans en uithoudingsvermogen gelden de criteria voor ouderen van het American College of Sports Medicine (ACSM).²⁵⁰ De ACSM-richtlijn doet aanbevelingen voor het trainen van kracht, balans en uithoudingsvermogen bij mensen vanaf 65 jaar en mensen van 50-65 jaar met een chronische ziekte, een groep waartoe ook veel mensen met osteoporose behoren. Het ACSM adviseert ouderen weerstandstraining in een frequentie van 2-3 keer per week. Oefeningen voor de grote spiergroepen (8-10 verschillende oefeningen) moeten 10-15 keer worden herhaald. De intensiteit kan matig zijn (5-6 op een tienpuntsschaal), maar mag worden opgevoerd naar 7-8 op een

tienpuntsschaal. De aanbeveling in deze KNGF-richtlijn is gebaseerd op de aanbevelingen uit de ACSM-richtlijn en de bevindingen van het huidige literatuuronderzoek.

Naar aanleiding van het huidige literatuuronderzoek kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

Krachtraining (niveau 1)

- Het is aangetoond dat beweeginterventies met 2-3 keer per week krachtraining op een intensiteit van minstens 50% van het 1RM een positief effect hebben op uitkomstmaten voor spierkracht. Kwaliteit van de gevonden artikelen: A1 (Asikainen et al., 2004¹⁶⁰), A2 (Baker et al., 2007²¹³, Beyer et al., 2007¹⁹⁷ en Chilibeck et al., 2002¹⁷⁷) en B (Beneka et al., 2005²¹⁴, Going et al., 2003¹⁸², Henwood et al., 2006²²¹, Kalapotharakos et al., 2005²²², Karinkanta et al., 2007¹⁸⁴, Maddalozzo et al., 2007¹⁸⁵, Orr et al., 2006²²⁷, Rhodes et al., 2008¹⁸⁷ en Stewart et al., 2005¹⁸⁹).

Krachtraining (niveau 2)

- Het is aannemelijk dat oefenprogramma's waarin krachtoefeningen voor de rugspieren zijn opgenomen, zorgen voor een toename van rugextensiekracht bij mensen met osteoporose of osteopenie. Kwaliteit van de gevonden artikelen: B (Chien et al., 2005¹⁵⁴ en Hongo et al., 2007¹⁵⁵).
- Het is aannemelijk dat krachtoefeningen in de vorm van adl-oefeningen de spierkracht gunstig kunnen beïnvloeden. Kwaliteit van de gevonden artikelen: A2 (De Vreede et al., 2005²¹⁷).

Op basis van bovenstaande formuleerde de werkgroep de volgende aanbeveling:

5 Spierkracht

Ter verbetering van de spierkracht wordt geadviseerd om 2-3 keer per week te trainen met 8-10 verschillende oefeningen voor de grote spiergroepen, en een intensiteit van minstens 50% van het 1RM. Ter versterking van de rugspieren worden extensieoefeningen van de rug met een lage intensiteit geadviseerd.

C.2.4 Effecten van lichaamsbeweging op balans

Het ACSM adviseert ouderen 3 keer per week balansoefeningen te doen, maar geeft hieraan geen nadere invulling.

Naar aanleiding van het huidige literatuuronderzoek kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

Balansoefeningen (niveau 1)

- Het is aangetoond dat beweegprogramma's die functionele oefeningen voor balans bevatten een positief effect hebben op uitkomstmaten voor balans op het niveau van beperkingen. Kwaliteit van de gevonden artikelen: A1 (de Kam et al., 2009¹⁴⁰), A2 (Beyer et al., 2007¹⁹⁷, De Bruin et al., 2007²¹⁶, Freiburger et al., 2007¹⁹⁹, Lin et al., 2007²⁰⁰ en Means et al., 2005²⁰³) en B (Donat et al., 2007²⁰⁸, Karinkanta et al., 2007¹⁸⁴, Li et al., 2004 en 2005^{127,128}, Rosendahl et al., 2006²²⁸, Weerdesteyn et al., 2006²⁰⁶ en Zhang et al., 2006²¹⁰).
- Het is aangetoond dat programma's met balansoefeningen een positief effect hebben op balansmaten op stoornisniveau.

Kwaliteit van de gevonden artikelen: A1 (de Kam et al., 2009¹⁴⁰) en A2 (De Bruin et al., 2007²¹⁶, Voukelatos et al., 2007²⁰⁵ Yang et al., 2007²³⁸).

Vibratietraining (niveau 2)

- Het is aannemelijk dat vibratietraining een positief effect heeft op balans.
Kwaliteit van de gevonden artikelen: B (Bruyere et al., 2005²³⁴, Cheung et al., 2007²³⁵, Bogaerts et al., 2007¹²⁴ en Gusi et al., 2006¹⁸³).

Valpreventieprogramma met een obstakelparcours en lopen in een drukke omgeving (niveau 3)

- Er zijn aanwijzingen dat een valpreventieprogramma met een obstakelparcours en lopen in een drukke omgeving effect heeft op balans op het niveau van beperkingen.
Kwaliteit van de gevonden artikelen: B (Weerdesteyn et al., 2006²⁰⁶).

Op basis van bovenstaande formuleerde de werkgroep de volgende aanbeveling:

6 Balans

Ter verbetering van de balans worden functionele balansoefeningen geadviseerd in een frequentie van 3 keer per week. Daarnaast kan vibratietraining de balans helpen verbeteren.

C.2.5 Effecten van lichaamsbeweging op uithoudingsvermogen
Het ACSM adviseert voor aerobe training bij ouderen een intensiteit van 50–85% van de zuurstofopnamereserve.
Naar aanleiding van het huidige literatuuronderzoek kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

Aerobe training (niveau 2)

- Het is aannemelijk dat een aerobe training met een frequentie van ten minste 3 keer per week en een intensiteit die overeenkomt met minstens 50% van de VO_{2max} of $HR_{reserve}$ of 12–13 op de Borgschaal een gunstig effect heeft op het uithoudingsvermogen.
Kwaliteit van de gevonden artikelen: B (Asikainen et al., 2006²¹², Chubak et al., 2006¹⁷⁸, Kalapotharakos et al., 2006²²³, Marsh et al., 2006²³⁶ en Stewart et al., 2005¹⁸⁹) en A2 (Evans et al., 2007¹⁸¹).

Op basis van bovenstaande formuleerde de werkgroep de volgende aanbeveling:

7 Uithoudingsvermogen

Ter verbetering van het uithoudingsvermogen wordt een aerobe trainingsvorm geadviseerd in een frequentie van minstens 3 keer per week en een intensiteit die overeenkomt met minstens 50% van de VO_{2max} of $HR_{reserve}$ of 12–13 op de BORG RPE-schaal.

C.2.6 Effecten van lichaamsbeweging op loopsnelheid
Naar aanleiding van het huidige literatuuronderzoek kunnen geen

duidelijke conclusies worden getrokken ten aanzien van de effecten van lichaamsbeweging op loopsnelheid.

Krachttraining, dynamische balansoefeningen en een aerobe training (niveau 2)

- Eenzijds zijn er aanwijzingen dat een programma met krachttraining, dynamische balansoefeningen en een aerobe training in de vorm van lopen een positief effect heeft op de loopsnelheid.
Kwaliteit van de gevonden artikelen: B (Englund et al., 2005¹⁸⁰ en Rosendahl et al., 2006²²⁸).

Krachttraining, dynamische balansoefeningen en een aerobe training (niveau 1)

- Er zijn aanwijzingen dat een programma met krachttraining, dynamische balansoefeningen en een aerobe training geen effect hebben op de loopsnelheid.
Kwaliteit van de gevonden artikelen: A1 (Baker et al., 2007¹⁶¹) en A2 (Baker et al., 2007²¹³ en Freiburger et al., 2007¹⁹⁹).

Op basis van bovenstaande formuleerde de werkgroep de volgende aanbeveling:

8 Loopsnelheid

Ter verbetering van de loopsnelheid wordt in elk geval geadviseerd om in het programma een aerobe training in de vorm van lopen op te nemen.

C.2.7 Effecten van lichaamsbeweging op adl-activiteiten
Naar aanleiding van het huidige literatuuronderzoek kan de volgende conclusie worden getrokken:

Functionele oefeningen met adl-activiteiten (niveau 2)

- Het is aannemelijk dat een oefenprogramma waarin functionele oefeningen met adl-activiteiten zijn opgenomen, een positief effect heeft op de uitvoering van adl-activiteiten.
Kwaliteit van de gevonden artikelen: A2 (De Vreede et al., 2005²¹⁷).

Op basis van bovenstaande formuleerde de werkgroep de volgende aanbeveling:

9 adl-activiteiten

Ter bevordering van de adl-activiteiten wordt geadviseerd om adl-gerichte oefenvormen te kiezen.

C.3 Het bevorderen van gedragsverandering

Voor mensen met osteoporose is het van groot belang om een actieve leefstijl te ontwikkelen, dan wel te behouden. De gedragsverandering die hierbij plaatsvindt verloopt volgens de stappen van het I-Change Model: precontemplatiefase, contemplatiefase, preparatiefase, actiefase en behoudfase.²⁵¹ Om een gedragsverandering te bewerkstelligen moet worden aangesloten bij de fase waarin de patiënt zich bevindt:

- In de precontemplatiefase is iemand onvoldoende lichamelijk actief en heeft iemand ook niet de intentie om binnen 6 maanden zijn inactieve leefstijl te veranderen. In deze fase

is het belangrijk om informatie en kennis over te dragen ten aanzien van het belang van bewegen.

- In de contemplatiefase heeft iemand al de intentie om binnen afzienbare tijd (binnen 1 tot maximaal 6 maanden) verandering te brengen in het beweeggedrag. Men overweegt serieus een gedragsverandering. Het accent ligt in deze fase op het omzetten van willen in kunnen.
- In de preparatiefase treft iemand de voorbereidingen om binnen 1 maand in beweging te komen. De nog inactieve persoon gaat op zoek naar mogelijkheden om vaker te bewegen. In deze fase ligt het accent op het wegnemen van drempels en barrières en het starten van de lichamelijke activiteit.
- In de actiefase vinden de positieve gedragsveranderingen plaats in die zin dat iemand in de afgelopen 6 maanden duidelijk meer heeft bewogen. De fase is echter ook het meest risicovol, omdat het veranderde gedrag volgehouden moet worden. Deze fase is niet stabiel en heeft een groot risico op terugval in het oude gedrag. Het accent ligt op het krijgen van plezier in bewegen, het opdoen van een succeservaring en het voorkomen van uitval.
- Wanneer na 6 maanden het gedrag nog steeds in positieve zin veranderd blijkt te zijn, bevindt iemand zich in de 'behoud'-fase en is er sprake van gedragsbehoud.

Het I-Change Model veronderstelt nadrukkelijk een bewustzijn van het eigen gedrag, in dit geval de mate van lichamelijke activiteit, en ook het bewust keuzes maken ten aanzien van dit gedrag. Het is echter de vraag in hoeverre eerstgenoemde het geval is; misschien is hier eerder sprake van gewoonte.

Naast de daadwerkelijke fase van gedragsverandering spelen meerdere factoren een rol binnen het I-Change Model, namelijk: motivatiefactoren, predisponerende factoren, informatiefactoren, besefbeïnvloedende factoren, capaciteitsfactoren en barrières. Bij het ontwikkelen van een actieve leefstijl speelt de fysiotherapeut een belangrijke rol. De fysiotherapeut is een deskundige op het gebied van de chronische aandoening en daarom kan hij een belangrijke rol spelen in het voorlichtingsproces. De patiënt moet zich ervan bewust worden dat het gezondheidsgedrag invloed heeft op de aandoening.²⁵² Daarna volgt de motivatie om het desbetreffende gedrag te veranderen.²⁵² Onderzoek wijst uit dat voorlichting over osteoporose belangrijk is voor het bewerkstelligen van een gedragsverandering. Uit het onderzoek van Kulp et al. blijkt dat voorlichting over osteoporose door middel van een videoband het gezondheidsgedrag bij vrouwen kan beïnvloeden.²⁵³ Er werden bijvoorbeeld meer gewichtsdragende oefeningen gedaan door mensen die de video hadden gezien dan door mensen in de controlegroep die geen video hadden gezien. Shirazi et al. onderzochten het effect van een beweegprogramma in combinatie met voorlichting bij een groep vrouwen. In dit onderzoek was de voorlichting toegespitst op het stadium van gedragsverandering waarin de deelnemster zich bevond. Vrouwen uit de interventiegroep warden aan het eind van het programma vaker fysiek actief en bevonden zich in een hoger stadium van gedragsverandering dan vrouwen in de controlegroep.²⁴⁶ De kracht van de fysiotherapeut in het geven van voorlichting zit hem ook in de individuele benadering van de patiënt. Dit individuele aspect ontbreekt bij voorlichting op publieksniveau. De argumenten die de therapeut geeft om het gezondheidsgedrag te beïnvloeden, moeten aansluiten bij de behoeften die er bij de patiënt leven. Verder wordt

geadviseerd om vooral de voordelen van het gedrag te benadrukken.²⁵² Wanneer de fysiotherapeut de patiënt ervan heeft overtuigd dat een actieve leefstijl een positief effect heeft op de gezondheid, wil dit nog niet zeggen dat de gedragsverandering ook daadwerkelijk optreedt. Een belangrijk aspect hierbij is dat het de patiënt vaak aan vaardigheden ontbreekt om het gewenste gedrag uit te voeren. Ook hier is een belangrijke rol voor de fysiotherapeut weggelegd in de zin van het aanbieden van de juiste oefeningen.²⁵² Bij vrouwen met osteoporose blijkt 'exercise self-efficacy', ofwel het vertrouwen dat iemand in zichzelf heeft om een actieve leefstijl te kunnen ontwikkelen, een belangrijke voorspeller te zijn voor het daadwerkelijk lichamenlijk actief zijn.²⁵⁴

Ook positieve feedback is van groot belang bij het bevorderen van therapietrouw. Hierbij is het van belang dat er persoonlijk haalbare kortetermijndoelen worden gesteld. Deze doelen moeten regelmatig worden geëvalueerd en bij het behalen van het doel moet de patiënt stimulerende feedback ontvangen.²⁵² Er wordt daarom altijd gestart met oefenen op een lage intensiteit, zodat het risico op een positieve ervaring groot is.

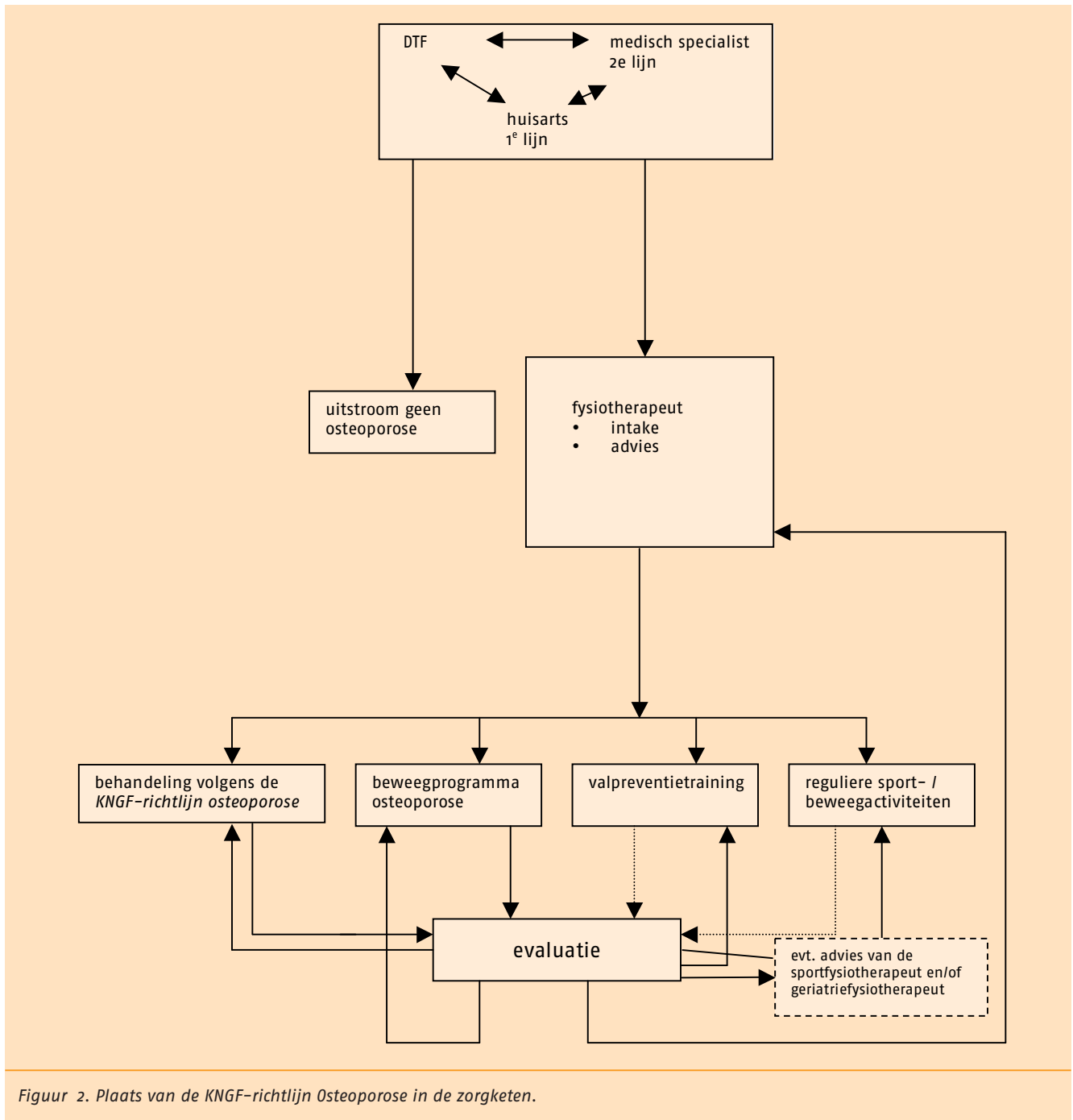
Blijven bewegen

Effecten van lichamelijke activiteit gericht op het verbeteren van de botmassa zijn pas na 1 jaar zichtbaar. Effecten van interventies gericht op het verbeteren van bijvoorbeeld het evenwicht of de spierkracht zijn veel sneller zichtbaar.

D Oefenen en trainen

Lichaamsbeweging is zowel bij gezonde mensen als bij mensen met osteoporose belangrijk voor het in stand houden van een goede gezondheid. Verder kan bij mensen met osteoporose de juiste lichaamsbeweging de vermindering van de botdichtheid vertragen of kan de botdichtheid zelfs nog verbeteren. Veranderingen in botdichtheid worden echter pas na ongeveer een jaar meetbaar. Verhogen van de botdichtheid kan daarom niet het primaire doel van een oefenprogramma zijn. Het belangrijkste doel is wel het ontwikkelen van een actieve leefstijl om daarmee op langere termijn de afname van botdichtheid te remmen. Het oefenprogramma dat door de fysiotherapeut wordt gegeven of geadviseerd, zal dan ook voor een groot deel bestaan uit gewichtsdragende oefeningen, omdat dit soort oefeningen de botdichtheid gunstig beïnvloeden.

Omdat de morbiditeit bij mensen met osteoporose voornamelijk wordt veroorzaakt door het optreden van fracturen is het zinvol om de interventie ook te richten op het reduceren van de fractuurincidentie. Dit kan enerzijds door het verhogen van de botdichtheid, en anderzijds door het reduceren van het valrisico of het reduceren van de impact van de val. Om dit te bereiken kan de fysiotherapeut kiezen voor een individueel oefenprogramma of mensen verwijzen naar een beweegprogramma dat zich specifiek richt op inactieve mensen met osteoporose. Een beweegprogramma is met name geschikt voor patiënten die niet voldoen aan de Nederlandse Norm Gezond Bewegen of aan de fitnorm (de zogeheten combinorm), en die na behandeling volgens de KNGF-richtlijn, moeite hebben met het ontwikkelen of onderhouden van een actieve leefstijl. Om te voldoen aan Nederlandse Norm Gezond Bewegen moeten 55-plusers ten minste 5 dagen per week en het liefst elke dag ten minste 30 minuten lichamenlijk actief zijn. Voor de fitnorm moeten volwas-



Figuur 2. Plaats van de KNGF-richtlijn Osteoporose in de zorgketen.

senen ten minste 3 keer per week 20 minuten inspannende lichaamsbeweging uitvoeren. In figuur 2 is de plaats in de zorgketen weergegeven van de KNGF-richtlijn ten opzichte van een Bewegingprogramma Osteoporose.

Inactiviteit kan als gevolg van een verminderde kracht en balans gepaard gaan met een verhoogd valrisico en daarmee een verhoogd fractuurrisico. In dit kader is het dus relevant om spierkracht en balans te trainen, mogelijk aanvankelijk individueel en later in groepsverband. Ten slotte kan het trainen van het uithoudingsvermogen bij inactieve mensen met osteoporose wellicht van belang zijn om de zelfstandigheid in adl-activiteiten te bevorderen.

D.1 Inclusie- en exclusiecriteria voor een oefenprogramma

Voordat een patiënt kan starten met een oefenprogramma moet worden bepaald of een dergelijk programma voor de patiënt verantwoord is. Hiertoe zijn inclusie- en exclusiecriteria opgesteld.

Inclusiecriteria

- diagnose osteoporose of verhoogd risico op osteoporose (risicoscore ≥ 4);
- noodzakelijke instroomgegevens zijn beschikbaar;
- de patiënt is gemotiveerd voor een actieve leefstijl.

Exclusiecriteria

Er zijn slechts 2 absolute contra-indicaties voor deelname aan het oefenprogramma:

- de patiënt voldoet niet aan een of meerdere inclusiecriteria;
- er is sprake van cachexie.

Daarnaast is er nog een aantal relatieve contra-indicaties, namelijk:

- visusstoornissen die de uitvoering van een oefenprogramma onmogelijk maken;
- recente fracturen (< 3 maanden geleden);
- virale infecties of koorts, open wonden, ulcera of algehele malaise;
- opvallende plotselinge lengteveranderingen of postuurveranderingen (> 2 cm) in de afgelopen 3 maanden (de patiënt doorverwijzen naar de huisarts);
- positieve bevindingen op de *Physical Activity Readiness Questionnaire* (PAR-Q).

D.2 De intake voor een oefenprogramma

Tijdens de intake wordt een screening gedaan op basis van de anamnese en inclusie- en exclusiecriteria. Indien een patiënt instroomt via de eerste of tweede lijn worden medische verwijsgeschiedenis opgevraagd. Wanneer een patiënt instroomt via DTF wordt gevraagd naar de medische voorgeschiedenis. Wanneer blijkt dat er belangrijke medische gegevens ontbreken, bijvoorbeeld met betrekking tot medicatie of lichamelijk onderzoek, worden deze gegevens opgevraagd.

Tijdens de intake komt het volgende aan de orde:

- primaire of secundaire osteoporose (of eventueel een verhoogd risico op osteoporose);
- de ernst van de aandoening;
- fractuurgeschiedenis;
- resultaten van lichamelijk onderzoek, indien uitgevoerd;
- resultaten van aanvullend onderzoek, indien uitgevoerd;
- medicatie;
- comorbiditeit en recente veranderingen in de gezondheid;
- calcium- en vitamine-D-inname;
- opvallende plotselinge lengte- of postuurveranderingen in de afgelopen 3 maanden;
- valincidenten in de voorgeschiedenis: bij 2 of meer valincidenten in het afgelopen jaar moet de patiënt eerst een valpreventieprogramma volgen;
- risicofactoren voor valincidenten;
- attitude ten opzichte van bewegen;
- beperkingen en barrières voor het ontwikkelen of in stand houden van een actieve leefstijl.

Het is belangrijk om specifiek te vragen naar het gebruik van bisfosfonaten. Deze blijken een significant effect te hebben op de botdichtheid na ongeveer een halfjaar.^{255,256} Dit is van belang in het kader van de veiligheid van de oefeningen. Bij mensen die nog niet goed zijn ingesteld op bisfosfonaten moet men bijvoorbeeld voorzichtig zijn met oefeningen met hogere grondreactiekrachten. Dit zal verder worden toegelicht in paragraaf D.4.1.

Naast anamnestiche gegevens is een aantal meetgegevens noodzakelijk om te bepalen of een patiënt in aanmerking komt voor een oefenprogramma, of dat er wellicht aanpassingen aan het

programma nodig zijn (bijvoorbeeld bij fragiliteit). De fysiotherapeut kan gebruikmaken van de volgende meetinstrumenten/indicatoren:

- De Osteo-combinorm voor bewegen (*Praktijkrichtlijn*, bijlage 2). De score op deze vragenlijst laat zien of de patiënt al dan niet voldoende lichamelijk actief is.
- De *Timed-Up-and-Go test* (TUG/GUG). Als iemand langer over de test doet dan 20 seconden, bestaat een indicatie voor een verhoogd valrisico. De patiënt moet dan eerst een valpreventieprogramma volgen.
- De *Functional Reach* (FR). Bij mannen is een score lager dan 15 voorspellend voor vallen; bij deze score moet de patiënt eerst een valpreventieprogramma volgen.
- De *Physical Activity Readiness Questionnaire* (PAR-Q). Met dit meetinstrument wordt bepaald of de patiënt verantwoord kan deelnemen aan een oefenprogramma.
- Indicatoren voor fragiliteit (zie bijlage 4 van de *Praktijkrichtlijn*).

Op basis van de eventuele verwijsgeschiedenis en de intake zal worden bepaald of de patiënt kan gaan deelnemen aan een oefenprogramma. Wanneer de fysiotherapeut van mening is dat de patiënt ook zelfstandig in staat is om een lichamelijk actieve leefstijl te ontwikkelen kan een oefenprogramma dienen om de patiënt te leren welke oefeningen voor hem of haar van belang zijn.

D.3 Meetinstrumenten ter evaluatie van een oefenprogramma

Het effect van de training wordt bij voorkeur geëvalueerd aan de hand van klinische tests, omdat deze tests een betere indicatie geven van de effectiviteit van de training in het kader van activiteiten dan bijvoorbeeld maximale tests. Om aan te sluiten bij de doelen van een training, moeten er ten minste tests zijn voor mate van lichamelijke activiteit, spierkracht, balans en uithoudingsvermogen.

Met de volgende tests is het mogelijk om de effecten van de training te evalueren:

- De *LASA Physical Activity Questionnaire* (LAPAQ) voor het evalueren van fysieke activiteit. De score op dit instrument blijkt een goede indicatie te geven van de fysieke activiteit bij ouderen.²⁵⁷
- De *Timed-Up-and-Go test* (TUG/GUG) en de *Functional Reach* (FR) voor het evalueren van de balans. De scores op deze tests blijken een voorspellende waarde te hebben voor vallen.^{258,259}
- De *Timed Chair Stand test* (TCS) voor het evalueren van de kracht. Met deze test wordt gemeten hoeveel tijd de patiënt nodig heeft om vanuit een zittende positie 10 keer te gaan staan, zonder dat daarbij de armen worden gebruikt.¹⁰² Met een 1RM-schattingstest kan de intensiteit van de training bepaald worden. Deze test is aangewezen als getraind gaat worden op fitnessapparatuur. Voor een aantal oefeningen zijn omrekenformules voor het 1RM opgenomen in bijlage 3 van de *Praktijkrichtlijn*. Voor andere oefeningen kan eventueel gebruik worden gemaakt van een 1RM-bepaling met de algemene formules. Bij het bepalen van het 1RM met een submaximaaltest moet echter wel een kanttekening worden geplaatst. Bij het bepalen van het 1RM moet rekening worden gehouden met iemands getraindheid en geslacht, aangezien deze van invloed zijn op de nauwkeurigheid van de voorspelling. Ook

het soort oefening speelt een belangrijke rol. Verder blijkt dat de nauwkeurigheid van de schatting toeneemt met de afname van het aantal submaximale herhalingen.²⁶⁰ Een schatting van het RM met meer dan 5 herhalingen wordt dan ook niet aangeraden. Een bepaling met minder herhalingen betekent weer een grotere belasting voor de patiënt. Als alternatief voor het trainen met het RM kan daarom worden gekozen voor het Kracht Revalidatie Systeem.²⁶¹

- De 6-Minuten wandeltest (6MWT) voor het evalueren van het uithoudingsvermogen. De 6-MWT blijkt valide voor het bepalen van het uithoudingsvermogen van ouderen en mensen met verschillende chronische aandoeningen.²⁶² Conform de aanbevelingen van de ACSM moet de inspanningstest gestaakt worden bij tekenen van cardiale overbelasting, duizeligheid, dreigende syncope, ataxie, tekenen van slechte doorbloeding, tachycardie en sterke daling van de systolische bloeddruk (ACSM).²⁵⁰

D.4 Het trainingsprogramma

D.4.1 Oefeningen ter verhoging of instandhouding van de botdichtheid of -sterkte

Bij oefeningen ter verhoging van de botdichtheid of -sterkte, of de instandhouding ervan, is het van belang dat de botten mechanisch worden belast. In het kader van botbelasting met behulp van lichaamsgewicht worden de volgende oefeningen onderscheiden:

- 'high-impactoefeningen', waarbij sprongvormen voorkomen, of oefeningen waarbij op een andere manier een zweefmoment voorkomt, zoals bij rennen/joggen.
- gewichtsdragende oefeningen, waarbij het eigen lichaamsgewicht wordt gedragen, dus in elk geval alle oefeningen in staande positie, maar ook wandelen en traplopen.
- niet-gewichtsdragende oefeningen, waarbij geen gebruik wordt gemaakt van het eigen lichaamsgewicht, zoals fietsen en oefeningen op fitnessapparatuur.

Gewichtsdragende oefeningen en high-impactoefeningen hebben een positief effect op de botsterkte of botdichtheid. Oefeningen met grotere grondreactiekrachten hebben mogelijk een gunstiger effect vergeleken met oefeningen die gepaard gaan met lagere grondreactiekrachten, zoals wandelen. Bij het maken van een keuze voor een oefening moet de veiligheid van de patiënt in acht genomen worden. Oefeningen met grotere grondreactiekrachten worden echter niet aanbevolen bij mensen met ernstige osteoporose, zeker wanneer er nog geen optimale instelling op bisfosfonaten heeft plaatsgevonden. Uit de literatuur blijkt dat bisfosfonaten na ongeveer een halfjaar een significante verhoging van botdichtheid laten zien. Na die termijn kan worden overwogen om de grondreactiekracht van de oefeningen voorzichtig op te voeren. Ook bij deelnemers zonder ernstige osteoporose moeten de grondreactiekrachten van de oefeningen geleidelijk worden opgevoerd, met name omdat er weinig onderzoek is gedaan naar high-impactoefeningen bij mensen met een lage botdichtheid. Twee studies waarin dit wel is onderzocht rapporteren overigens geen ernstige complicaties.

Bij wandelen als gewichtsdragende oefening is een voldoende hoge wandelintensiteit van belang: de snelheid moet boven de 6 km/uur liggen, of de intensiteit op 74% van de VO_{2max} of 82% van de HR_{max} . Een sport ter verbetering van de botdichtheid moet

gepaard gaan met voldoende grondreactiekrachten, zoals balspelen of steps, waarvan rennen respectievelijk springen onderdeel uitmaken. Voor minder belastbare patiënten zou een sport als tai chi een alternatief kunnen zijn.

Bij alle trainingsvormen kan weerstandstraining van de armen een zinvolle aanvulling zijn, aangezien bij gewichtsdragende oefeningen de polsen niet worden belast, terwijl daar wel vaak fracturen optreden. Daarnaast kunnen krachtoefeningen voor de benen worden gedaan, bijvoorbeeld in de vorm van squats, tevens gewichtsdragende oefeningen. Er zijn aanwijzingen dat weerstandstraining een groter effect heeft op de botdichtheid naarmate de krachtopbouw van de oefeningen sneller verloopt (explosieve training). Een dergelijke opbouw wordt daarom geadviseerd wanneer dit voor de deelnemer acceptabel is. Voor een positief effect op de botdichtheid dient de intensiteit van de krachttraining ten minste 70% van het 1RM te bedragen, bij training op deze hoge intensiteit wordt geadviseerd het niveau geleidelijk op te voeren.

Er wordt geadviseerd om dagelijks botbelastende oefeningen uit te voeren, indien dit acceptabel is voor de deelnemer, bijvoorbeeld in de vorm van huiswerk oefeningen.

D.4.2 Oefeningen ter verlaging van het val- en het fractuurrisico

Voor het reduceren van het valrisico is het van belang om de oefeningen voor de deelnemer individueel aan te passen.

Uit de *CBO-richtlijn Preventie van valincidenten bij ouderen* en het huidige literatuuronderzoek blijkt dat spierkrachtversterkende en balansoefeningen de valincidentie kunnen reduceren. Balansoefeningen dienen bij voorkeur functioneel te zijn, bijvoorbeeld het over voorwerpen heen stappen, spelvormen, wenden en keren en 'tandem walking' (met 2 voeten achter elkaar lopen). Bij functionele krachtoefeningen kan gedacht worden aan opstaan uit een stoel of traplopen. Het is belangrijk dat de oefeningen zijn aangepast aan het niveau van de deelnemer. Deelnemers met een dusdanig slechte balans dat het valrisico verhoogd is, wordt geadviseerd een specifiek valpreventieprogramma te volgen. Voor andere deelnemers volstaat een onderdeel 'valpreventie' binnen het oefenprogramma.

D.4.3 Oefeningen ter verbetering van de spierkracht

Spierkrachttraining wordt om diverse redenen aanbevolen. Enerzijds kan spierkrachttraining bijdragen aan het verminderen van het valrisico. Anderzijds kan het trainen van kracht een positief effect hebben op de botdichtheid. Uit het huidige literatuuronderzoek blijkt dat trainen met een intensiteit van minstens 50% van het 1RM voldoende is om de spierkracht te verbeteren. Bij de krachttraining is een intensiteit van minstens 70% van het 1RM nodig. Voor een gunstig effect op de botdichtheid is de krachtopbouw bij voorkeur snel (explosieve training).

Volgens de aanbevelingen van de ACSM dienen ouderen 2-3 keer per week weerstandstraining van 10-15 herhalingen uit te voeren.²⁵⁰ Er worden 8-10 verschillende oefeningen van de grote spiergroepen aanbevolen. De intensiteit kan matig zijn (5-6 op een schaal van 10), maar er kan ook op hoge intensiteit worden getraind (7-8 op een schaal van 10) door relatief fitte mensen of onder begeleiding. Uit het huidige literatuuronderzoek blijkt dat krachttraining met een frequentie van ten minste 2-3 keer per week een positief effect heeft op de spierkracht.

Omdat veel deelnemers inactief en minder goed belastbaar zijn, is een RM-bepaling mogelijk te belastend. Trainen op een percentage

van het RM is daarom misschien niet vanaf het begin wenselijk. Men zou daarom kunnen beginnen met trainen met het kracht-revalidatiesysteem (KRS).²⁶¹ Bij deze methode wordt de training gestart op een lage intensiteit. De intensiteit wordt opgevoerd wanneer een deelnemer boven het gestelde aantal herhalingen komt, mits de oefening coördinatief goed wordt uitgevoerd. Er is dus sprake van een progressieve opbouw van de belasting, zonder dat een belastende RM-bepaling uitgevoerd moet worden. Echter, voor het bevorderen van de botdichtheid worden krachtoefeningen op hogere intensiteit aanbevolen. Op termijn wordt dus aanbevolen om op een hogere intensiteit te trainen. Dit kan zowel met de KRS-methode als met de RM-methode.

Uit 2 studies is gebleken dat het bij mensen met een lage botdichtheid ook mogelijk is om de kracht van de rugextensoren te trainen. Wellicht is dit nuttig voor het verminderen van de thoracale kyfose en voor het verbeteren van de BMD van de wervelkolom. Bij mensen met ernstige osteoporose wordt geadviseerd om de training met een lage intensiteit te beginnen en deze eventueel geleidelijk op te voeren. Wat betreft de aard van de oefeningen gaat de voorkeur uit naar functionele en gewichtsdragende oefeningen. Hierbij zou bijvoorbeeld gedacht kunnen worden aan squats, lunges (uitvalspas) of good morning (krachtoefening met een gewicht op de schouders). Ook het opstaan uit een stoel is een goede oefening.

D.4.4 Oefeningen ter verbetering van de balans

Het trainen van balans bij mensen met osteoporose heeft als voornaamste doel het reduceren van het valrisico. Het blijkt dat voor het verbeteren van balans functionele oefeningen effectief zijn. Er worden daarom, evenals bij het reduceren van het valrisico, functionele oefeningen aangeboden, zoals over voorwerpen stappen of naar voorwerpen reiken. Sport- en spelvormen blijken ook geschikt. Het wordt aanbevolen om 3 keer per week functionele balansoefeningen te doen. Verder zijn de oefeningen bij voorkeur gewichtsdragend, omdat deze oefeningen dan tevens een positief effect kunnen hebben op de botdichtheid.

D.4.5 Oefeningen ter verbetering van het uithoudingsvermogen

Het trainen van het uithoudingsvermogen bij mensen met osteoporose kan ervoor zorgen dat aerobe activiteiten met een osteo-geen effect langer kunnen worden volgehouden. Bij patiënten die niet voldoen aan de Nederlandse beweegnormen, wordt geadviseerd om te beginnen met trainen op een relatief lage intensiteit (ACSM).²⁵⁰ Aerobe training met een frequentie van minstens 3 keer per week blijkt een positief effect te hebben op het uithoudingsvermogen. Er wordt gestreefd naar een intensiteit van minstens 50% van de VO_{2max} of $HR_{reserve}$. Dit komt ongeveer overeen met een score op de Borgschaal van 12-13.

De aerobe oefeningen bij mensen met osteoporose zijn bij voorkeur gewichtsdragend vanwege het gunstige effect op de botdichtheid. Oefenvormen met een hoge impact, zoals rennen en springen, zijn waarschijnlijk nog effectiever voor het behoud van de botdichtheid. Dit zal echter niet voor elke deelnemer mogelijk/veilig zijn (paragraaf D.4.1). Door de ASCM worden dergelijke oefeningen in principe afgeraden voor mensen met ernstige osteoporose. Bij deelnemers die minder dan een halfjaar bisfosfonaten gehad hebben, kan daarom beter gekozen worden voor oefeningen met minder hoge impact, zoals wandelen, traplopen of

steps. Wanneer gekozen wordt voor wandelen, kan een intensiteit van meer dan 6 km/uur, 74% van de VO_{2max} of 82% van de HR_{max} zorgen voor een gunstig effect op de botdichtheid.

Ten slotte moet opgemerkt worden dat voor het voldoen aan de Nederlandse Norm Gezond bewegen ten minste 5 en bij voorkeur 7 dagen per week 30 minuten matig intensief moet worden ingespannen. Een deel van deze norm kan worden gehaald door de aerobe training. Deze training kan worden aangevuld met lichamelijke activiteiten in de vrije tijd, zoals wandelen.

D.4.6 Aandachtspunten bij een oefenprogramma

Voor aanvang van de training wordt gevraagd naar de huidige toestand van de deelnemers:

- aanwezigheid van ziekte;
- recent ontstane of verergerde klachten;
- recente valincidenten;
- veranderingen in lichaamslengte;
- veranderingen in de belastbaarheid;
- veranderingen in medicatie;
- angina pectoris;
- tekenen van cardiale overbelasting in het dagelijks leven;
- recent ontstane klachten aan spieren, botten en gewrichten.

Tijdens het programma wordt aandacht besteed aan:

- de ervaring van de deelnemers;
- tekenen van cardiale overbelasting;
- het beperkt houden van de valrisico's.

E Juridische betekenis van richtlijnen

Richtlijnen zijn geen wettelijke voorschriften, maar op wetenschappelijke onderzoeksresultaten gebaseerde inzichten en aanbevelingen waaraan zorgverleners moeten voldoen om kwalitatief goede zorg te verlenen. Aangezien de aanbevelingen hoofdzakelijk zijn gebaseerd op de 'gemiddelde patiënt', moeten zorgverleners op basis van hun professionele autonomie afwijken van de richtlijn als de situatie van de patiënt dat vereist. Wanneer van de richtlijn wordt afgeweken dient dit te worden beargumenteerd en gedocumenteerd.^{4,5} De verantwoordelijkheid voor het handelen blijft daarmee bij de individuele fysiotherapeut.

F Herziening

De update van de *KNGF-richtlijn Osteoporose* is gebaseerd op de huidige stand van zaken in het wetenschappelijk onderzoek en afgestemd met de *KNGF-standaard Beweginginterventie Osteoporose* en met de bestaande richtlijnen of standaarden van medisch specialisten en huisartsen. Ontwikkelingen die de fysiotherapeutische zorg bij deze patiëntengroep kunnen verbeteren, kunnen de huidige inzichten zoals beschreven in de richtlijn doen veranderen. In de methode voor richtlijnontwikkeling en implementatie is aangegeven dat alle richtlijnen na 3 tot maximaal 5 jaar na publicatie worden herzien.^{3-6, 36} Dit betekent dat het KNGF in 2014 in samenwerking met de werkgroepleden, bepaalt of deze richtlijn nog actueel is. Zo nodig wordt een nieuwe werkgroep geïnstalleerd om de richtlijn te herzien. De geldigheid van de richtlijn komt te vervallen indien nieuwe ontwikkelingen aanleiding zijn een herzieningstraject te starten.

G Dankwoord

Voor de totstandkoming van deze KNGF-richtlijn is een bijzonder woord van dank op zijn plaats aan de leden van de werkgroep tweede kring voor hun zeer gewaardeerde bijdrage aan de richtlijn. Dit zijn (in alfabetische volgorde): dr. L. de Boer, Osteoporose Stichting Nederland; H. Bult, Nederlands Paramedisch Instituut; dr. J.H.W. Custers, Koninklijk Nederlands Genootschap voor Fysiotherapie (tegenwoordig Hogeschool van Amsterdam); dr. F. van der Giessen, Leids Universitair Medisch Centrum, Leiden; dr. V.B. de Graaf-Peters, Koninklijk Nederlands Genootschap voor Fysiotherapie; dr. W. Hulleger, Nederlandse Vereniging voor Fysiotherapie in de Sportgezondheidszorg; dr. M.A.W. Jongert, Nederlands Paramedisch Instituut; prof. dr. H.C.G. Kemper, emeritus hoorleraar; prof. dr. C. Netelenbos, VU medisch centrum; drs. G. van der Poel, infomotion; dr. T. Takken, Universitair Medische Centrum Utrecht; dr. C. van Uden, Vereniging Sport en Gemeenten, Universiteit van Maastricht; dr. V. Weerdesteyn.

Naamsvermelding als referent betekent niet dat ieder referent de richtlijn inhoudelijk op elk detail onderschrijft.

H Literatuur

- 1 Elders PJM, Leusink GL, Graafmans WC, Bolhuis AP, Spoel OP van der, Keimpema JC, et al. NHG-standaard Osteoporose. *Huisarts Wet.* 2005;48(11)(559):570.
- 2 Conceptrichtlijn Osteoporose en fractuurpreventie derde herziening. Utrecht: Kwaliteitsinstituut voor de Gezondheidszorg CBO; 2010.
- 3 Hendriks HJM, Bekkering GE, Ettekoen H van, Brandsma JW, Wees PhJ van der, Bie RA de. Development and implementation of national practice guidelines: A prospect for quality improvement in physiotherapy. *Introduction to the method of guideline development. Physiother.* 2000;86:535-47.
- 4 Hendriks HJM, Ettekoen H van, Wees PhJ van der. Eindverslag van het project Centrale richtlijnen in de fysiotherapie (Deel 1). Achtergronden en evaluatie van het project. Amersfoort: KNGF/NPI/CBO; 1998.
- 5 Hendriks HJM, Ettekoen H van, Reitsma E, Verhoeven ALJ, Wees PhJ van der. Methode voor centrale richtlijnenontwikkeling en implementatie in de fysiotherapie. Amersfoort: KNGF/NPI/CBO; 1998.
- 6 Hendriks HJM, Reitsma E, Ettekoen H van. Centrale richtlijnen in de fysiotherapie. *Ned Tijdschr Fysiother.* 1996;106:2-11.
- 7 van der Wees PhJ, Hendriks HJM, Helldoorn M, Custers JWH, Bie RA de. Methode voor ontwikkeling, implementatie en bijstelling van KNGF-richtlijnen. Amersfoort/Maastricht: Koninklijk Nederlands Genootschap voor Fysiotherapie; 2007.
- 8 Hendriks HJM, Ettekoen H van, Bekkering T, Verhoeven A. Implementatie van KNGF-richtlijnen. *Fysiotherapie.* 2000;9:9-13.
- 9 Smits-Engelsman BCM, Bekkering GE, Hendriks HJM. KNGF-richtlijn Osteoporose. Amersfoort: Koninklijk Nederlands Genootschap voor Fysiotherapie; 2001.
- 10 Jongert MWA, Overbeek K van, Chorus AMJ, Hopman-Rock M. KNGF-Bewegingsprogramma voor mensen met Osteoporose. Amersfoort: Koninklijk Nederlands Genootschap voor Fysiotherapie; 2007.
- 11 Smits-Engelsman BCM, Kam D de, Jongert MWA. KNGF-Standaard Bewegingsinterventie osteoporose. Amersfoort: Koninklijk Nederlands Genootschap voor Fysiotherapie; 2009.
- 12 Conference report. Consensus development conference: diagnosis, prophylaxis and treatment of osteoporosis. *Am J Med.* 1993;94:646-50.
- 13 Kanis JA. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis: synopsis of a WHO report. WHO Study Group. *Osteoporos Int.* 1994 Nov;4(6):368-81.
- 14 Royal College of Physicians. Osteoporosis. Clinical guidelines for prevention and treatment. London: Royal College of Physicians; 1999.
- 15 Josse R, Tenenhouse AM, Adachi JD, members of the scientific advisory board. Osteoporosis Society of Canada: clinical practice guidelines for the diagnosis and management of osteoporosis. *Can Med Ass J.* 1996;155:1113-33.
- 16 Consensus statement. The prevention and management of osteoporosis. *Med J Aust.* 1997;167:S4-S15.
- 17 Chartered Society of Physiotherapy. Physiotherapy guidelines for the management of osteoporose. London: Chartered Society of Physiotherapy; 1999.
- 18 Gezondheidsraad: commissie osteoporose. Preventie van aan osteoporose gerelateerde fractures. 1998/05 Rijswijk: Gezondheidsraad; 1998.
- 19 Poos MJJC, Gommer AM. Osteoporose. Omvang van het probleem. Hoe vaak komt osteoporose voor en hoeveel mensen sterven eraan? Volksgezondheid Toekomst Verkenning, Nationaal Kompas Volksgezondheid Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu; 2009.
- 20 Poos MJJC, Gommer AM. Osteoporose. Omvang van het probleem. Neemt het aantal mensen met osteoporose toe of af? Volksgezondheid Toekomst Verkenning, Nationaal Kompas Volksgezondheid Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu; 2009.
- 21 Pols HAP, et al. CBO richtlijn Osteoporose, tweede herziene uitgave. Alphen aan den Rijn. Utrecht: kwaliteitsinstituut voor de gezondheidszorg CBO; 2002.
- 22 Jarvinen TL, Sievanen H, Khan KM, Heinonen A, Kannus P. Shifting the focus in fracture prevention from osteoporosis to falls. *BMJ.* 2008 Jan. 19;336(7636):124-6.
- 23 Hoeymans N, Melse JL, Schoemaker CG. Gezondheid en determinanten. Deelrapport van de Volksgezondheid Toekomst Verkenning. 2010 Van gezond naar beter. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu; 2010.
- 24 Lanting LC, Stam C, Hertog PC den, Burgmans MJP. Heupfractuur, omvang van het probleem, hoe vaak komen heupfracturen voor en hoeveel mensen sterven eraan? Volksgezondheid Toekomst Verkenning, Nationaal Kompas Volksgezondheid Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu; 2010.
- 25 Melton LJ, III. Epidemiology of spinal osteoporosis. *Spine.* 1997 Dec 15;22(24 Suppl):2S-11S.
- 26 Poos MJJC, Smit JM, Groen J, Kommer GJ, Slobbe LCJ. Kosten van ziekten in Nederland. 2005: zorg voor euro's-8. Bilthoven: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu; 2008.
- 27 Black DM, Cummings SR, Karpf DB, Cauley JA, Thompson DE, Nevitt MC, et al. Randomised trial of effect of alendronate on risk of fracture in women with existing vertebral fractures. Fracture Intervention Trial Research Group. *Lancet.* 1996 Dec 7;348(9041):1535-41.
- 28 Cooper C, Atkinson EJ, O'Fallon WM, Melton LJ, III. Incidence of clinically diagnosed vertebral fractures: a population-based study in Rochester, Minnesota. 1985-1989. *J Bone Miner Res.* 1992 Feb;7(2):221-7.
- 29 Bornor JA, Dilworth BB, Sullivan KM. Exercise and osteoporosis: a critique of the literature. *Physiother Can.* 1988;40:146-55.
- 30 Culham EG, Jimenez HA, King CE. Thoracic kyphosis, rib mobility, and lung volumes in normal women and women with osteoporosis. *Spine.* 1994 Jun 1;19(11):1250-5.
- 31 Gezondheidsraad: commissie osteoporose. Preventie van osteoporose. 91/21. Den Haag: Gezondheidsraad; 1991.

- 32 Lynn SG, Sinaki M, Westerlind KC. Balance characteristics of persons with osteoporosis. *Arch Phys Med Rehabil.* 1997 Mar;78(3):273-7.
- 33 Burger H, Daele PL Van, Grashuis K, Hofman A, Grobbee DE, Schutte HE, et al. Vertebral deformities and functional impairment in men and women. *J Bone Miner Res.* 1997 Jan;12(1):152-7.
- 34 Ettinger B, Black DM, Nevitt MC, Rundle AC, Cauley JA, Cummings SR, et al. Contribution of vertebral deformities to chronic back pain and disability. The Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *J Bone Miner Res.* 1992 Apr;7(4):449-56.
- 35 Lyles KW, Gold DT, Shipp KM, Pieper CF, Martinez S, Mulhausen PL. Association of osteoporotic vertebral compression fractures with impaired functional status. *Am J Med.* 1993 Jun;94(6):595-601.
- 36 Keene GS, Parker MJ, Pryor GA. Mortality and morbidity after hip fractures. *BMJ.* 1993 Nov 13;307(6914):1248-50.
- 37 Roche JJ, Wenn RT, Sahota O, Moran CG. Effect of comorbidities and post-operative complications on mortality after hip fracture in elderly people: prospective observational cohort study. *BMJ.* 2005 Dec 10;331(7529):1374.
- 38 Gold DT. The clinical impact of vertebral fractures: quality of life in women with osteoporosis. *Bone.* 1996 Mar;18(3 Suppl):185S-9S.
- 39 Morree JJ de. Dynamiek van het menselijk bindweefsel. 5e druk. Houten: Bohn Stafleu van Loghum; 2008.
- 40 Fukada E, Yasuda I. On the piezoelectric effect of bone. *J Phys Soc Japan.* 1957;12:1158-62.
- 41 Noris-Shurez K. Electrochemical influence of collagen piezoelectric effect in bone healing. *Materials science forum.* 2007;544:981-4.
- 42 Klein-Nulend J, Bacabac RG, Mullender MG. Mechanobiology of bone tissue. *Pathol Biol (Paris).* 2005 Dec;53(10):576-80.
- 43 Mullender M, El Haj AJ, Yang Y, Duin MA van, Burger EH, Klein-Nulend J. Mechanotransduction of bone cells in vitro: mechanobiology of bone tissue. *Med Biol Eng Comput.* 2004 Jan;42(1):14-21.
- 44 Sterck JG, Klein-Nulend J, Lips P, Burger EH. Response of normal and osteoporotic human bone cells to mechanical stress in vitro. *Am J Physiol.* 1998 Jun;274(6 Pt 1):E1113-E1120.
- 45 Burger EH, Klein-Nulend J. Mechanotransduction in bone—role of the lacuno-canalicular network. *FASEB J.* 1999;13 Suppl:S101-S112.
- 46 Mullender MG, Tan SD, Vico L, Alexandre C, Klein-Nulend J. Differences in osteocyte density and bone histomorphometry between men and women and between healthy and osteoporotic subjects. *Calcif Tissue Int.* 2005 Nov;77(5):291-6.
- 47 Fleish H. Pathophysiology of osteoporosis. *Bone and Miner.* 1993;22:S3-6.
- 48 Riggs BL, Melton LJ, III. The prevention and treatment of osteoporosis. *N Engl J Med.* 1992 Aug 27;327(9):620-7.
- 49 Fitzsimmons A, Freundlich B, Bonner F. Osteoporosis and rehabilitation. *Crit Rev Phys Rehabil Med.* 1997;9:331-53.
- 50 van Helden S, Geel AC van, Geusens PP, Kessels A, Nieuwenhuijzen Kruseman AC, Brink PR. Bone and fall-related fracture risks in women and men with a recent clinical fracture. *J Bone Joint Surg Am.* 2008 Feb;90(2):241-8.
- 51 Johnell O, Kanis JA, Oden A, Johansson H, De Laet C, Delmas P, et al. Predictive value of BMD for hip and other fractures. *J Bone Miner Res.* 2005 Jul;20(7):1185-94.
- 52 Hui SL, Slemenda CW, Johnston CC, Jr. Baseline measurement of bone mass predicts fracture in white women. *Ann Intern Med.* 1989 Sep 1;111(5):355-61.
- 53 Nevitt MC, Johnell O, Black DM, Ensrud K, Genant HK, Cummings SR. Bone mineral density predicts non-spine fractures in very elderly women. Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *Osteoporos Int.* 1994 Nov;4(6):325-31.
- 54 Cummings SR, Nevitt MC, Browner WS, Stone K, Fox KM, Ensrud KE, et al. Risk factors for hip fracture in white women. Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *N Engl J Med.* 1995 Mar 23;332(12):767-73.
- 55 Ross PD, Davis JW, Epstein RS, Wasnich RD. Pre-existing fractures and bone mass predict vertebral fracture incidence in women. *Ann Intern Med.* 1991 Jun 1;114(11):919-23.
- 56 Nevitt MC, Cummings SR, Stone KL, Palermo L, Black DM, Bauer DC, et al. Risk factors for a first-incident radiographic vertebral fracture in women > or = 65 years of age: the study of osteoporotic fractures. *J Bone Miner Res.* 2005 Jan;20(1):131-40.
- 57 Nguyen T, Sambrook P, Kelly P, Jones G, Lord S, Freund J, et al. Prediction of osteoporotic fractures by postural instability and bone density. *BMJ.* 1993 Oct 30;307(6912):1111-5.
- 58 Gillespie LD, Gillespie WJ, Robertson MC, Lamb SE, Cumming RG, Rowe BH. Interventions for preventing falls in elderly people. *Cochrane Database Syst Rev.* 2003;(4):CD000340.
- 59 Nevitt MC, Cummings SR, Kidd S, Black D. Risk factors for recurrent non-syncopal falls. A prospective study. *JAMA.* 1989 May 12;261(18):2663-8.
- 60 Tinetti ME, Speechley M, Ginter SF. Risk factors for falls among elderly persons living in the community. *N Engl J Med.* 1988 Dec 29;319(26):1701-7.
- 61 Lajoie Y, Gallagher SP. Predicting falls within the elderly community: comparison of postural sway, reaction time, the Berg balance scale and the Activities-specific Balance Confidence (ABC) scale for comparing fallers and non-fallers. *Arch Gerontol Geriatr.* 2004 Jan;38(1):11-26.
- 62 Morris R, Harwood RH, Baker R, Sahota O, Armstrong S, Masud T. A comparison of different balance tests in the prediction of falls in older women with vertebral fractures: a cohort study. *Age Ageing.* 2007 Jan;36(1):78-83.
- 63 Stel VS, Smit JH, Pluijm SM, Lips P. Balance and mobility performance as treatable risk factors for recurrent falling in older persons. *J Clin Epidemiol.* 2003 Jul;56(7):659-68.
- 64 Stalenhoef PA, Crebolder HFJM, Knotterus JA, Horst FGEM van der. Incidence, risk factors and consequences of falls among elderly subjects living in the community: a criteria-based analysis. *Eur J Publ Health.* 1997;7:328-34.
- 65 Oliver D, Britton M, Seed P, Martin FC, Hopper AH. Development and evaluation of evidence based risk assessment tool (STRATIFY) to predict which elderly inpatients will fall: case-control and cohort studies. *BMJ.* 1997 Oct 25;315(7115):1049-53.
- 66 Stalenhoef PA, Fiolet JFBM, Crebolder HFJM. Vallen van ouderen: een valkuil? *Huisarts Wet.* 1997;40:158-61.
- 67 Meldrum D, Finn AM. An investigation of balance function in elderly subjects who have and have not fallen. *Physiother.* 1993;79:839-42.
- 68 Stalenhoef PA, Diederiks JPM, Knotterus JA, Kester A, Crebolder HFJM. Predictors of falls in community-dwelling elderly: a prospective cohort study. In: Stalenhoef PA, editors, *Falls in the elderly A primary care-based study.* Maastricht: Universiteit Maastricht; 1999.
- 69 Graafmans WC, Ooms ME, Hofstee HM, Bezemer PD, Bouter LM, Lips P. Falls in the elderly: a prospective study of risk factors and risk profiles. *Am J Epidemiol.* 1996 Jun 1;143(11):1129-36.
- 70 Simpson JM. Elderly people at risk of falling: the role of muscle weakness. *Physiother.* 1993;79:831-5.
- 71 Paganini-Hill A, Chao A, Ross RK, Henderson BE. Exercise and other factors in the prevention of hip fracture: the leisure world study. *Epidemiology.* 1991;2:16-25.
- 72 Tromp AM, Smit JH, Deeg DJH, Bouter LM, Lips P. Predictors for falls and fractures in the longitudinal aging study Amsterdam. *J Bone Miner Res.* 1998;13:1932-9.

- 73 Wickham CAC, Walsh K, Cooper C, Barker DJP, Margrets BM, Morris J, et al. Dietary calcium, physical activity, and risk of hip fracture: a prospective study. *BMJ*. 1989;299:889-92.
- 74 Jaglal SB, Kreiger N, Darlington G. Past and present physical activity and risk of hip fracture. *Am J Epidemiol*. 1993;138:107-18.
- 75 Coupland C, Wood D, Cooper C. Physical inactivity is an independent risk factor for hip fracture in the elderly. *J Epidemiol Comm Health*. 1993;47:441-3.
- 76 Myers AH, Young Y, Langlois JA. Prevention of falls in the elderly. *Bone*. 1996 Jan;18(1 Suppl):87S-101S.
- 77 Carter SE, Campbell EM, Sanson-Fisher RW, Redman S, Gillespie WJ. Environmental hazards in the homes of older people. *Age Ageing*. 1997 May;26(3):195-202.
- 78 Gezondheidsraad. Voedingsnormen: calcium, vitamine D, thiamine, riboflavine, niacine, pantotheenzuur en biotine. Den Haag: Gezondheidsraad publicatie nr. 2000/12; 2000.
- 79 Gezondheidsraad. Naar een toereikende inname van vitamine D. Den Haag: Gezondheidsraad publicatie nr. 2008/15; 2008.
- 80 Mosekilde L, Viidik A. Age-related changes in bone mass, structure and strength – pathogenesis and prevention. *Int J Sports Med*. 1989;10:590-2.
- 81 Frost HM. Vital biomechanics: proposed general concepts for skeletal adaptations to mechanical usage. *Calcif Tissue Int*. 1988 Mar;42(3):145-56.
- 82 Rubin CT, Lanyon LE. Regulation of bone mass by mechanical strain magnitude. *Calcif Tissue Int*. 1985 Jul;37(4):411-7.
- 83 O'Connor JA, Lanyon LE, MacFie H. The influence of strain rate on adaptive bone remodelling. *J Biomech*. 1982;15(10):767-81.
- 84 Lanyon LE, Rubin CT. Static vs dynamic loads as an influence on bone remodelling. *J Biomech*. 1984;17(12):897-905.
- 85 Beverly MC, Rider TA, Evans MJ, Smith R. Local bone mineral response to brief exercise that stresses the skeleton. *BMJ*. 1989 Jul 22;299(6693):233-5.
- 86 Duppe H, Gardsell P, Johnell O, Nilsson BE, Ringsberg K. Bone mineral density, muscle strength and physical activity. A population-based study of 332 subjects aged 15-42 years. *Acta Orthop Scand*. 1997 Apr;68(2):97-103.
- 87 Lauritzen JB, Petersen MM, Lund B. Effect of external hip protectors on hip fractures. *Lancet*. 1993 Jan 2;341(8836):11-3.
- 88 Buckler JE, Dutton TL, MacLeod HL, Manuge MB, Nixon MD. Use of hip protectors on a dementia unit. *Physiother Can*. 1997;Fall:297-9.
- 89 Parkkari J, Heikkilä J, Kannus IP. Acceptability and compliance with wearing energy-shunting hip protectors: a 6-month prospective follow-up in a Finnish nursing home. *Age Ageing*. 1998 Mar;27(2):225-9.
- 90 Villar MT, Hill P, Inskip H, Thompson P, Cooper C. Will elderly rest home residents wear hip protectors? *Age Ageing*. 1998 Mar;27(2):195-8.
- 91 van Schoor NM, Smit JH, Twisk JW, Bouter LM, Lips P. Prevention of hip fractures by external hip protectors: a randomized controlled trial. *JAMA*. 2003 Apr 16;289(15):1957-62.
- 92 van Schoor NM, Bruyne MC de, Roer R van der, Lommerse E, Tulder MW van, Bouter LM, et al. Cost-effectiveness of hip protectors in frail institutionalized elderly. *Osteoporos Int*. 2004 Dec;15(12):964-9.
- 93 van Schoor NM, Asma G, Smit JH, Bouter LM, Lips P. The Amsterdam Hip Protector Study: compliance and determinants of compliance. *Osteoporos Int*. 2003 Jun;14(4):353-9.
- 94 Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. Mini-mental state. A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res*. 1975 Nov;12(3):189-98.
- 95 Engedal K, Haugen P, Gilje K, Laake P. Efficacy of short mental tests in the detection of mental impairment in old age. *Compr Gerontol A*. 1988 Jun;2(2):87-93.
- 96 Crum RM, Anthony JC, Bassett SS, Folstein MF. Population-based norms for the Mini-Mental State Examination by age and educational level. *JAMA*. 1993 May 12;269(18):2386-91.
- 97 Lewis CB, Bottomley JM. Geriatrie en fysiotherapie praktijk. Houten: Bohn Stafleu van Loghum. 1999.
- 98 Lundon KM, Li AM, Bibershtein S. Interrater and intrarater reliability in the measurement of kyphosis in postmenopausal women with osteoporosis. *Spine*. 1998 Sep 15;23(18):1978-85.
- 99 Bohannon RW. Muscle strength testing with hand-held dynamometers. In: Amundsen LR (ed) *Muscle strength testing Instrumented and non-instrumented systems* New York: Churchill Livingstone. 1990;69-88.
- 100 van der Ploeg RJ, Oosterhuis HJ, Reuvekamp J. Measuring muscle strength. *J Neurol*. 1984;231(4):200-3.
- 101 Bohannon RW. Hand-held dynamometry: factors influencing reliability and validity. *Clin Rehabil*. 1997 Aug;11(3):263-4.
- 102 Csuka M, McCarty DJ. Simple method for measurement of lower extremity muscle strength. *Am J Med*. 1985 Jan;78(1):77-81.
- 103 Reed R, Pearlmutter L, Yochum K, Meredith K, Mooradian A. The relationship between muscle mass and muscle strength in the elderly. *JAGS*. 1991;39:555-61.
- 104 Gajdosik RL, Bohannon RW. Clinical measurement of range of motion. Review of goniometry emphasizing reliability and validity. *Phys Ther*. 1987 Dec;67(12):1867-72.
- 105 Youdas JW, Bogard CL, Suman VJ. Reliability of goniometric measurements and visual estimates of ankle joint active range of motion obtained in a clinical setting. *Arch Phys Med Rehabil*. 1993 Oct;74(10):1113-8.
- 106 Koch M, Gottschalk M, Baker DI, Palumbo S, Tinetti ME. An impairment and disability assessment and treatment protocol for community-living elderly persons. *Phys Ther*. 1994 Apr;74(4):286-94.
- 107 Lips P, Cooper C, Agnusdei D, Caulin F, Egger P, Johnell O, et al. Quality of life as outcome in the treatment of osteoporosis: the development of a questionnaire for quality of life by the European Foundation for Osteoporosis. *Osteoporos Int*. 1997;7(1):36-8.
- 108 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.
- 109 Garrett H, Vethenen S, Hill RA, Ebdon P, Britton JR, Tattersfield AE. A comparison of six and twelve minute walk distance with 100 meter walk times in subjects with chronic bronchitis. *Thorax*. 1986;(41):425.
- 110 Butland RJ, Pang J, Gross ER, Woodcock AA, Geddes DM. Two-, six-, and 12-minute walking tests in respiratory disease. *Br Med J*. 1982 May 29;284(6329):1607-8.
- 111 Vos JA, Brinkhorst RA. Fietsergometrie bij begeleiding van training. Lochem-Gent: De Tijdstroom; 1987.
- 112 Lemmink K. De Groninger fitheidstest voor ouderen. Ontwikkeling van een meetinstrument. Groningen: Rijksuniversiteit Groningen; 1996.
- 113 Gillespie LD, Robertson MC, Gillespie WJ, Lamb SE, Gates S, Cumming RG, et al. Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev*. 2009;(2):CD007146.
- 114 Kwaliteitsinstituut voor de gezondheidszorg CBO. Evidence-based richtlijnontwikkeling. Handleiding voor werkgroepleden. Beschikbaar via: http://www.cbo.nl/product/richtlijnen/handleiding_ebro. 2007

- 115 Carter ND, Khan KM, Petit MA, Heinonen A, Waterman C, Donaldson MG, et al. Results of a 10 week community based strength and balance training programme to reduce fall risk factors: a randomised controlled trial in 65-75 year old women with osteoporosis. *Br J Sports Med.* 2001 Oct;35(5):348-51.
- 116 Carter ND, Khan KM, McKay HA, Petit MA, Waterman C, Heinonen A, et al. Community-based exercise program reduces risk factors for falls in 65- to 75-year-old women with osteoporosis: randomized controlled trial. *CMAJ.* 2002 Oct 29;167(9):997-1004.
- 117 Wu J. Effects of isoflavone and exercise on BMD and fat mass in postmenopausal Japanese women: a 1-year randomized placebo-controlled trial. *J Bone Mineral Res.* 2006;21(5):780-9.
- 118 Wu J. Cooperative effects of isoflavones and exercise on bone and lipid metabolism in postmenopausal Japanese women: a randomized placebo-controlled trial. *Metabolism.* 2006;55(4):423-33.
- 119 Stengel SV. Power training is more effective than strength training for maintaining bone mineral density in postmenopausal women. *J Appl Physiol.* 2005;99(1):181-8.
- 120 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.
- 121 Korpelainen R. Effect of impact exercise on bone mineral density in elderly women with low BMD: a population-based randomized controlled 30-month intervention. *Osteoporos Int.* 2006;17(1):109-18.
- 122 Korpelainen R. Effect of exercise on extraskeletal risk factors for hip fractures in elderly women with low BMD: a population-based randomized controlled trial. *J Bone Mineral Res.* 2006;21(5):772-9.
- 123 Bogaerts A. Impact of whole-body vibration training versus fitness training on muscle strength and muscle mass in older men: a 1-year randomized controlled trial. *J Gerontol A Biol Sci Med.* 2007;62(6):630-5.
- 124 Bogaerts A. Effects of whole body vibration training on postural control in older individuals: a 1 year randomized controlled trial. *Gait Posture.* 2007;26(2):309-16.
- 125 Luukinen H. Prevention of disability by exercise among the elderly: a population-based, randomized, controlled trial. *Scand J Prim Health Care.* 2006;24(4):199-205.
- 126 Luukinen H. Pragmatic exercise-oriented prevention of falls among the elderly: A population-based, randomized, controlled trial. *Prev Med.* 2007;44(3):265-71.
- 127 Li F, Harmer P, Fisher KJ, McAuley E. Tai Chi: improving functional balance and predicting subsequent falls in older persons. *Med Sci Sports Exerc.* 2004 Dec;36(12):2046-52.
- 128 Li F. Tai Chi and fall reductions in older adults: A randomized controlled trial. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2005;60(2):187-94.
- 129 Liu-Ambrose TYL, Khan KM, Eng JJ, Lord SR, Lentle B. 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):1321-9.
- 130 Liu-Ambrose T, Khan KM, Eng JJ, Janssen PA, Lord SR, McKay HA. Resistance and agility training reduce fall risk in women aged 75 to 85 with low bone mass: a 6-month randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc.* 2004 May;52(5):657-65.
- 131 Liu-Ambrose TY, Khan KM, Eng JJ, Heinonen A, McKay HA. Both resistance and agility training increase cortical bone density in 75- to 85-year-old women with low bone mass: a 6-month randomized controlled trial. *J Clin Densitom.* 2004;7(4):390-8.
- 132 Liu-Ambrose TY, Khan KM, Eng JJ, Gillies GL, Lord SR, McKay HA. The beneficial effects of group-based exercises on fall risk profile and physical activity persist 1 year postintervention in older women with low bone mass: follow-up after withdrawal of exercise. *J Am Geriatr Soc.* 2005 Oct;53(10):1767-73.
- 133 Vainionpaa A. Effects of high-impact exercise on bone mineral density: a randomized controlled trial in premenopausal women. *Osteoporos Int.* 2005;16(2):191-7.
- 134 Vainionpaa A, Korpelainen R, Vihriala E, Rinta-Paavola A, Leppaluoto J, Jamsa T. Intensity of exercise is associated with bone density change in premenopausal women. *Osteoporos Int.* 2006;17(3):455-63.
- 135 Vainionpaa A, Korpelainen R, Sievanen H, Vihriala E, Leppaluoto J, Jamsa T. Effect of impact exercise and its intensity on bone geometry at weight-bearing tibia and femur. *Bone.* 2007 Mar;40(3):604-11.
- 136 Heikkinen R. Acceleration slope of exercise-induced impacts is a determinant of changes in bone density. *J Biomech.* 2007;40(13):2967-74.
- 137 Jamsa T. Effect of daily physical activity on proximal femur. *Clin Biomech (Bristol Avon).* 2006;21(1):1-7.
- 138 Bonaiuto D. Exercise for preventing and treating osteoporosis in postmenopausal women. *Cochrane Database Syst Rev.* 2002;(3).
- 139 Howe TE. Exercise for improving balance in older people. *Cochrane Database Syst Rev.* 2007;17(4).
- 140 de Kam D, Smulders E, Weerdesteyn V, Smits-Engelsman BC. Exercise interventions to reduce fall-related fractures and their risk factors in individuals with low bone density: a systematic review of randomized controlled trials. *Osteoporos Int.* 2009 Dec;20(12):2111-25.
- 141 Bergstrom I, Landgren B, Brinck J, Freyschuss B. Physical training preserves bone mineral density in postmenopausal women with forearm fractures and low bone mineral density. *Osteoporos Int.* 2008 Feb;19(2):177-83.
- 142 Bravo G, Gauthier P, Roy PM, Payette H, Gaulin P, Harvey M, et al. Impact of a 12-month exercise program on the physical and psychological health of osteopenic women. *J Am Geriatr Soc.* 1996 Jul;44(7):756-62.
- 143 Hourigan SR, Nitz JC, Brauer SG, O'Neill S, Wong J, Richardson CA. Positive effects of exercise on falls and fracture risk in osteopenic women. *Osteoporos Int.* 2008 Jan 11.
- 144 Iwamoto J. Effect of whole-body vibration exercise on lumbar bone mineral density, bone turnover, and chronic back pain in postmenopausal osteoporotic women treated with alendronate. *Aging Clin Exp Res.* 2005;17(1572):163.
- 145 Judge JO. Home-based resistance training improves femoral bone mineral density in women on hormone therapy. *Osteoporos Int.* 2005;16(9):1096-108.
- 146 Papaioannou A, Adachi JD, Winegard K, Ferko N, Parkinson W, Cook RJ, et al. Efficacy of home-based exercise for improving quality of life among elderly women with symptomatic osteoporosis-related vertebral fractures. *Osteoporos Int.* 2003 Aug;14(8):677-82.
- 147 Smulders E, Weerdesteyn V, Groen BE, Duysens J, Eijsbouts A, Laan R, et al. The efficacy of a short multidisciplinary fall prevention program for elderly persons with osteoporosis and a fall history: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2010;91:1705-11.
- 148 Swanenburg J. Effects of exercise and nutrition on postural balance and risk of falling in elderly people with decreased bone mineral density: Randomized controlled trial pilot study. *Clin Rehabil.* 2007;21(6):523-34.
- 149 Iwamoto J, Takeda T, Otani T, Yabe Y. Effect of increased physical activity on bone mineral density in postmenopausal osteoporotic women. *Keio J Med.* 1998 Sep;47(3):157-61.
- 150 Iwamoto J, Takeda T, Ichimura S. Effect of exercise training and detraining on bone mineral density in postmenopausal women with osteoporosis. *J Orthop Sci.* 2001;6(2):128-32.

- 151 Madureira MM. 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(4):419-25.
- 152 Devereux K. Effects of a water-based program on women 65 years and over: a randomised controlled trial. *Aust J Physiother.* 2005;51(2):102-8.
- 153 Liu-Ambrose T, Eng JJ, Khan KM, Carter ND, McKay HA. Older women with osteoporosis have increased postural sway and weaker quadriceps strength than counterparts with normal bone mass: overlooked determinants of fracture risk? *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2003 Sep;58(9):M862-M866.
- 154 Chien MY, Yang RS, Tsauo JY. Home-based trunk-strengthening exercise for osteoporotic and osteopenic postmenopausal women without fracture – A pilot study. *Clin Rehabil.* 2005;19(1):28-36.
- 155 Hongo M. 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(10):1389-95.
- 156 Malmros B, Mortensen L, Jensen MB, Charles P. Positive effects of physiotherapy on chronic pain and performance in osteoporosis. *Osteoporos Int.* 1998;8(3):215-21.
- 157 Mitchell SL, Grant S, Aitchison T. Physiological Effects of Exercise on Postmenopausal Osteoporotic Women. *Physiotherapy.* 1998;84(4):157-63.
- 158 Maciaszek J. Effect of Tai Chi on body balance: randomized controlled trial in men with osteopenia or osteoporosis. *Am J Chin Med.* 2007;35(1):1-9.
- 159 Pearlmutter LL, Bode BY, Wilkinson WE, Maricic MJ. Shoulder range of motion in patients with osteoporosis. *Arthritis Care Res.* 1995 Sep;8(3):194-8.
- 160 Asikainen TM, 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.
- 161 Baker MK. Multi-modal exercise programs for older adults. *Age Ageing.* 2007;36(4):375-81.
- 162 Sheth P. Osteoporosis and exercise: a review. *Mt Sinai J Med.* 1999 May;66(3):197-200.
- 163 Swezey RL. Exercise for osteoporosis – is walking enough? The case for site specificity and resistive exercise. *Spine.* 1996 Dec 1;21(23):2809-13.
- 164 Wayne PM. The effects of Tai Chi on bone mineral density in postmenopausal women: a systematic review. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007;88(5):673-80.
- 165 Zehnacker CH. Effect of weighted exercises on bone mineral density in post menopausal women a systematic review. *J Geriatr Phys Ther.* 2007;30(2):79-88.
- 166 Berard A, Bravo G, Gauthier P. Meta-analysis of the effectiveness of physical activity for the prevention of bone loss in postmenopausal women. *Osteoporos Int.* 1997;7(4):331-7.
- 167 Kelley GA. Exercise and regional bone mineral density in postmenopausal women: a meta-analytic review of randomized trials. *Am J Phys Med Rehabil.* 1998 Jan;77(1):76-87.
- 168 Kelley GA, Kelley KS, Tran ZV. Exercise and lumbar spine bone mineral density in postmenopausal women: a meta-analysis of individual patient data. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2002 Sep;57(9):M599-M604.
- 169 Kelley GA. Exercise and bone mineral density at the femoral neck in postmenopausal women: a meta-analysis of controlled clinical trials with individual patient data. *Am J Obstet Gynecol.* 2006;194(3):760-7.
- 170 Martyn-St-James M. High-intensity resistance training and postmenopausal bone loss: a meta-analysis. *Osteoporos Int.* 2006;17(8):1225-40.
- 171 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.
- 172 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):1-12.
- 173 Borer KT. Walking intensity for postmenopausal bone mineral preservation and accrual. *Bone.* 2007;41(4):713-21.
- 174 Bunout D. Effects of vitamin D supplementation and exercise training on physical performance in Chilean vitamin D deficient elderly subjects. *Exp Gerontol.* 2006;41(8):746-52.
- 175 Chan K, Qin L, Lau M, Woo J, Au S, Choy W, et al. A randomized, prospective study of the effects of Tai Chi Chun exercise on bone mineral density in postmenopausal women. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004 May;85(5):717-22.
- 176 Cheng S, Sipila S, Taaffe DR, Puolakka J, Suominen H. Change in bone mass distribution induced by hormone replacement therapy and high-impact physical exercise in post-menopausal women. *Bone.* 2002 Jul;31(1):126-35.
- 177 Chilibeck PD, Davison KS, Whiting SJ, Suzuki Y, Janzen CL, Peloso P. The effect of strength training combined with bisphosphonate (etidronate) therapy on bone mineral, lean tissue, and fat mass in postmenopausal women. *Can J Physiol Pharmacol.* 2002 Oct;80(10):941-50.
- 178 Chubak J. Effect of exercise on bone mineral density and lean mass in postmenopausal women. *Med Sci Sports Exerc.* 2006;38(7):1236-44.
- 179 Ebrahim S, Thompson PW, Baskaran V, Evans K. Randomized placebo-controlled trial of brisk walking in the prevention of postmenopausal osteoporosis. *Age Ageing.* 1997 Jul;26(4):253-60.
- 180 Englund U. A 1-year combined weight-bearing training program is beneficial for bone mineral density and neuromuscular function in older women. *Osteoporos Int.* 2005;16(9):1117-23.
- 181 Evans EM. Effects of soy protein isolate and moderate exercise on bone turnover and bone mineral density in postmenopausal women. *Menopause.* 2007;14(3 Pt 1):481-8.
- 182 Going S, Lohman T, Houtkooper L, Metcalfe L, Flint-Wagner H, Blew R, et al. Effects of exercise on bone mineral density in calcium-replete postmenopausal women with and without hormone replacement therapy. *Osteoporos Int.* 2003 Aug;14(8):637-43.
- 183 Gusi N. Low-frequency vibratory exercise reduces the risk of bone fracture more than walking: a randomized controlled trial. *BMC Musculoskelet Disord.* 2006;30.
- 184 Karinkanta S, Heinonen A, Sievänen H, Uusi/Rasi K, Pasanen M, Ojala K, et al. A multi-component exercise regimen to prevent functional decline and bone fragility in home-dwelling elderly women: Randomized, controlled trial. *Osteoporos Int.* 2007;18(4):453-61.
- 185 Maddalozzo GF. The effects of hormone replacement therapy and resistance training on spine bone mineral density in early postmenopausal women. *Bone.* 2007;40(5):1244-51.
- 186 Milliken LA, Going SB, Houtkooper LB, Flint-Wagner HG, Figueroa A, Metcalfe LL, et al. Effects of exercise training on bone remodeling, insulin-like growth factors, and bone mineral density in postmenopausal women with and without hormone replacement therapy. *Calcif Tissue Int.* 2003 Apr;72(4):478-84.
- 187 Rhodes EC, Martin AD, Taunton JE, Donnelly M, Warren J, Elliot J. Effects of one year of resistance training on the relation between muscular strength and bone density in elderly women. *Br J Sports Med.* 2000 Feb;34(1):18-22.

- 188 Sinaki M, Itoi E, Wahner HW, Wollan P, Gelzcer R, Mullan BP, et al. Stronger back muscles reduce the incidence of vertebral fractures: a prospective 10 year follow-up of postmenopausal women. *Bone*. 2002 Jun;30(6):836-41.
- 189 Stewart KJ. Exercise effects on bone mineral density relationships to changes in fitness and fatness. *Am J Prev Med*. 2005;28(5):453-60.
- 190 Uusi-Rasi K, Kannus P, Cheng S, Sievanen H, Pasanen M, Heinonen A, et al. Effect of alendronate and exercise on bone and physical performance of postmenopausal women: a randomized controlled trial. *Bone*. 2003 Jul;33(1):132-43.
- 191 Woo J. A randomised controlled trial of Tai Chi and resistance exercise on bone health, muscle strength and balance in community-living elderly people. *Age Ageing*. 2007;36(3):262-8.
- 192 Young CM, Weeks BK, Beck 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(10):1379-87.
- 193 Lock CA. Lifestyle interventions to prevent osteoporotic fractures: a systematic review. *Osteoporos Int*. 2006;17(1):20-8.
- 194 No authors listed. Fall prevention programmes in older people. *Evidence-Based Healthcare & Public Health*. 2005.
- 195 Zijlstra GA. Interventions to reduce fear of falling in community-living older people: a systematic review. *J Am Geriatr Soc*. 2007;55(4):603-15.
- 196 Province MA, Hadley EC, Hornbrook MC, Lipsitz LA, Miller JP, Mulrow CD, et al. The effects of exercise on falls in elderly patients. A preplanned meta-analysis of the FICSIT Trials. *Frailty and Injuries: Cooperative Studies of Intervention Techniques*. *JAMA*. 1995 May 3;273(17):1341-7.
- 197 Beyer N. Old women with a recent fall history show improved muscle strength and function sustained for six months after finishing training. *Age Clin Exp Res*. 2007;19(4):300-9.
- 198 Faber MJ, Bosscher RJ, Paw MJC, Wieringen PC van. Effects of exercise programs on falls and mobility in frail and pre-frail older adults: a multicenter randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2006;87(8):885-96.
- 199 Freiburger E. Preventing falls in physically active community-dwelling older people: a comparison of two intervention techniques. *Gerontology*. 2007;53(5):298-305.
- 200 Lin M. A randomized, controlled trial of fall prevention programs and quality of life in older fallers. *J Am Geriatr Soc*. 2007;55(4):499-506.
- 201 Lord SR. The effect of an individualized fall prevention program on fall risk and falls in older people: A randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc*. 2005;53(8):1296-304.
- 202 Mahoney JE, Shea TA, Przybelski R, Jaros L, Gangnon R, Cech S, et al. Kenosha County Falls Prevention Study: a randomized, controlled trial of an intermediate-intensity, community-based multifactorial falls intervention. *J Am Geriatr Soc*. 2007;55(4):489-98.
- 203 Means KM. Balance, mobility, and falls among community-dwelling elderly persons: effects of a rehabilitation exercise program. *Am J Phys Med Rehabil*. 2005;84(4):238-50.
- 204 Sakamoto K. Effects of unipedal standing balance exercise on the prevention of falls and hip fracture among clinically defined high-risk elderly individuals: a randomized controlled trial. *J Orthop Sci*. 2006;11(5):467-72.
- 205 Voukelatos A. A randomized, controlled trial of tai chi for the prevention of falls: the Central Sydney tai chi trial. *J Am Geriatr Soc*. 2007;55(8):1185-91.
- 206 Weerdsteijn V. A five-week exercise program can reduce falls and improve obstacle avoidance in the elderly. *Gerontology*. 2006;52(3):131-41.
- 207 Arai T. The effects of short-term exercise intervention on falls self-efficacy and the relationship between changes in physical function and falls self-efficacy in Japanese older people: a randomized controlled trial. *Am J Phys Med Rehabil*. 2007;82(2):133-41.
- 208 Donat H. Comparison of the effectiveness of two programmes on older adults at risk of falling: unsupervised home exercise and supervised group exercise. *Clin Rehabil*. 2007;21(3):273-83.
- 209 Sattin RW, Easley KA, Wolf SL, Chen Y, Kutner MH. Reduction in fear of falling through intense Tai Chi exercise training in older, transitionally frail adults. *J Am Geriatr Soc*. 2005;53(7).
- 210 Zhang J. The effects of Tai Chi Chuan on physiological function and fear of falling in the less robust elderly: an intervention study for preventing falls. *Arch Gerontol Geriatr*. 2006;42(2):107-16.
- 211 Heemskerk MC, Kempenaar MC, Eijkeren FJM van, Oomen WJM, Bakker M, et al. Fysiotherapie voor valpreventie: oefenen van spierkracht en balans. *Ned Tijdschr Fysiother*. 2007;117(5)(166):175.
- 212 Asikainen TM, Suni JH, Pasanen ME, Oja P, Rinne MB, Miilunpalo SI, et al. Effect of brisk walking in 1 or 2 daily bouts and moderate resistance training on lower-extremity muscle strength, balance, and walking performance in women who recently went through menopause: a randomized, controlled trial. *Phys Ther*. 2006;86(7):912-23.
- 213 Baker MK. Efficacy and feasibility of a novel tri-modal robust exercise prescription in a retirement community: a randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc*. 2007;55(1):1-10.
- 214 Beneka A. Resistance training effects on muscular strength of elderly are related to intensity and gender. *J Sci Med Sport*. 2005;8(3):274-83.
- 215 Bottaro M. Effect of high versus low-velocity resistance training on muscular fitness and functional performance in older men. *Eur J Appl Physiol*. 2007;99(3):257-64.
- 216 de Bruin ED. Effect of additional functional exercises on balance in elderly people. *Clin Rehabil*. 2007;21(2):112-21.
- 217 de Vreede PL, Samson MM, Meeteren NLU van, Duursma SA, Verhaar HJJ. Functional-task exercise versus resistance strength exercise to improve daily function in older women: A randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc*. 2005;53(1):2-10.
- 218 Fahlman M. Combination training and resistance training as effective interventions to improve functioning in elders. *J Ageing Phys Act*. 2007;15(2):195-205.
- 219 Francisco-Donoghue J. Comparison of once-weekly and twice-weekly strength training in older adults. *Br J Sports Med*. 2007;41:19-22.
- 220 Galvao DA. Resistance exercise dosage in older adults: Single- versus multiset effects on physical performance and body composition. *J Am Geriatr Soc*. 2005;53(12):2090-7.
- 221 Henwood TR. Short-term resistance training and the older adult: the effect of varied programmes for the enhancement of muscle strength and functional performance. *Clin Physiol Funct Imaging*. 2006;26(5):305-13.
- 222 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.
- 223 Kalapotharakos VI. Functional and neuromotor performance in older adults: Effect of 12 wks of aerobic exercise. *Am J Phys Med Rehabil*. 2006;85(1):61-7.
- 224 Klenrou P. Effects of exercise training with weighted vests on bone turnover and isokinetic strength in postmenopausal women. *J Ageing Phys Act*. 2007;15(3):278-99.
- 225 Mangione KK. Can elderly patients who have had a hip fracture perform moderate- to high-intensity exercise at home? *Phys Ther*. 2005;85(8):727-39.

- 226 Manini T. Efficacy of resistance and task-specific exercise in older adults who modify tasks of everyday life. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2007;62(6):616-23.
- 227 Orr R. Power training improves balance in healthy older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2006;61(6):78-85.
- 228 Rosendahl E. High-intensity functional exercise program and protein-enriched energy supplement for older persons dependent in activities of daily living: a randomised controlled trial. *Aust J Physiother*. 2006;52(2):105-13.
- 229 Sullivan DH. Effects of muscle strength training and megestrol acetate on strength, muscle mass, and function in frail older people. *J Am Geriatr Soc*. 2007;55(1):20-8.
- 230 Symons TB, Vandervoort AA, Rice CL, Overend TJ, Marsh GD. Effects of maximal isometric and isokinetic resistance training on strength and functional mobility in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2005;66(6):777-81.
- 231 Topp R. Exercise and functional tasks among adults who are functionally limited. *West J Nurs Res*. 2005;27(3):252-70.
- 232 Tracy BL. Steadiness training with light loads in the knee extensors of elderly adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2006;38(4):735-45.
- 233 Tsourlou T. The effects of a twenty-four-week aquatic training program on muscular strength performance in healthy elderly women. *J Strength Cond Res*. 2006;20(4):811-8.
- 234 Bruyere O. Controlled whole body vibration to decrease fall risk and improve health-related quality of life of nursing home residents. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005;86(2):303-7.
- 235 Cheung WH. High-Frequency Whole-Body Vibration Improves Balancing Ability in Elderly Women. *Arch Phys Med Rehabil*. 2007;88(7):852-7.
- 236 Marsh AP, Katula JA, Pacchia CF, Johnson LC, Koury KL, Rejeski WJ. Effect of treadmill and overground walking on function and attitudes in older adults. *Med Sci Sports Exerc*. 2006;38(6):1157-64.
- 237 Sousa N. Effects of progressive strength training on the performance of the Functional Reach Test and the Timed Get-Up-and-Go Test in an elderly population from the rural north of Portugal. *Am J Hum Biol*. 2005;17(6):746-51.
- 238 Yang Y. Effect of combined Taiji and Qigong training on balance mechanisms: a randomized controlled trial of older adults. *Med Sci Monit*. 2007;13(8):CR339-CR348.
- 239 Audette JF, Jin YS, Newcomer R, Stein L, Duncan G, Frontera WR. Tai Chi versus brisk walking in elderly women. *Age Ageing*. 2006;35(4):388-93.
- 240 Kelley GA, Kelley KS, Tran ZV. Exercise and bone mineral density in men: a meta-analysis. *J Appl Physiol*. 2000 May;88(5):1730-6.
- 241 Kelley GA, Kelley KS, Tran ZV. Resistance training and bone mineral density in women: a meta-analysis of controlled trials. *Am J Phys Med Rehabil*. 2001 Jan;80(1):65-77.
- 242 Kelley GA, Kelley KS. Efficacy of resistance exercise on lumbar spine and femoral neck bone mineral density in premenopausal women: a meta-analysis of individual patient data. *J Womens Health (Larchmt)*. 2004 Apr;13(3):293-300.
- 243 Ernst E. Exercise for female osteoporosis. A systematic review of randomized clinical trials. *Sports Med*. 1998 Jun;25(6):359-68.
- 244 Huuskonen J, Vaisanen SB, Kroger H, Jurvelin JS, Alhava E, Rauramaa R. Regular physical exercise and bone mineral density: a four-year controlled randomized trial in middle-aged men. The DNASCO study. *Osteoporos Int*. 2001;12(5):349-55.
- 245 Kontulainen S, Heinonen A, Kannus P, Pasanen M, Sievanen H, Vuori I. Former exercisers of an 18-month intervention display residual aBMD benefits compared with control women 3.5 years post-intervention: a follow-up of a randomized controlled high-impact trial. *Osteoporos Int*. 2004 Mar;15(3):248-51.
- 246 Shirazi KK. A home-based, transtheoretical change model designed strength training intervention to increase exercise to prevent osteoporosis in Iranian women aged 40-65 years: a randomized controlled trial. *Health Educ Res*. 2007;22(3):305-17.
- 247 Kemper HCG. *Mijn Beweegreden*. Maarssen: Elsevier Gezondheidszorg; 2004.
- 248 Kemper HCG, Ooijendijk WTM. De Nederlandse Norm voor Gezond Bewegen, een update met bezinning over communicatie. In: Hildebrandt VH, Ooijendijk WTM, Stiggelbout M, Hopman-Rock M, Trendraport Bewegen en Gezondheid. TNO Kwaliteit van Leven, Hoofddorp/Leiden: 2004.
- 249 Verhaar HJJ, et al. CBO-Richtlijn preventie van valincidenten bij ouderen. Utrecht: Kwaliteitsinstituut voor de gezondheidszorg CBO; 2004.
- 250 Nelson ME, Rejeski WJ, Blair SN, Duncan PW, Judge JO, King AC, et al. Physical activity and public health in older adults: recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation*. 2007 Aug 28;116(9):1094-105.
- 251 de Vries H, Mudde AN, Dijkstra A. The attitude-social influence-efficacy model applied to the prediction of motivational transitions in the process in smoking cessation. In: Norman P, Abraham C, Conner M, editors, *Understanding and changing health behaviour: From Health Beliefs to Self-regulation* Amsterdam: Harwood Academic. 2000;165-87.
- 252 van Burken P, Swank J. *Gezondheidspsychologie voor de fysiotherapeut*. Houten/Diegem: Bohn Stafleu van Loghum; 2000.
- 253 Kulp JL, Rane S, Bachmann G. Impact of preventive osteoporosis education on patient behavior: immediate and 3-month follow-up. *Menopause*. 2004 Jan;11(1):116-9.
- 254 Shin YH, Hur HK, Pender NJ, Jang HJ, Kim MS. Exercise self-efficacy, exercise benefits and barriers, and commitment to a plan for exercise among Korean women with osteoporosis and osteoarthritis. *Int J Nurs Stud*. 2006 Jan;43(1):3-10.
- 255 Harris ST, Watts NB, Genant HK, McKeever CD, Hangartner T, Keller M, et al. Effects of risedronate treatment on vertebral and nonvertebral fractures in women with postmenopausal osteoporosis: a randomized controlled trial. Vertebral Efficacy With Risedronate Therapy (VERT) Study Group. *JAMA*. 1999 Oct 13;282(14):1344-52.
- 256 Pols HA, Felsenberg D, Hanley DA, Stepan J, Munoz-Torres M, Wilkin TJ, et al. Multinational, placebo-controlled, randomized trial of the effects of alendronate on bone density and fracture risk in postmenopausal women with low bone mass: results of the FOSIT study. Fosamax International Trial Study Group. *Osteoporos Int*. 1999;9(5):461-8.
- 257 Stel VS, Smit JH, Pluijm SM, Visser M, Deeg DJ, Lips P. Comparison of the LASA Physical Activity Questionnaire with a 7-day diary and pedometer. *J Clin Epidemiol*. 2004 Mar;57(3):252-8.
- 258 Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc*. 1991 Feb;39(2):142-8.
- 259 Duncan PW, Studenski S, Chandler J, Prescott B. Functional reach: predictive validity in a sample of elderly male veterans. *J Gerontol*. 1992 May;47(3):M93-8.
- 260 Edelaar MJA, Geffen J van, Wijker J. Het One Repetition Maximum en submaximale testen. *Sportgericht*. 2005;59(2):33-7.
- 261 van de Goolberg T. Het Kracht Revalidatie Systeem (KRS). Richting Sportgericht. 2004;58(5/6):46-52.
- 262 Takken T. De 6-Minutenwandeltest: bruikbaar meetinstrument. *Stimulus*. 2005;24:244-58.

Update klinimetrie 2017

Swinkels RAHM, Meerhoff GA, Beekman E, Beurskens AJHM. Raamwerk Klinimetrie voor evidence based products. Amersfoort: KNGF; 2016.

Bijlage 1 Evidentietabellen

Tabel B.1. Systematische reviews (SR's) en meta-analyses ten aanzien van onderzoeken bij mensen met osteoporose of osteopenie.

studie	kenmerken beweginginterventie					uitkomsten	kwaliteit
	populatie en aantal studies	type activiteit	duur	frequentie en intensiteit	uitkomstmaten		
De Kam et al. (2009) ¹	SR: (28 RCT's)	• verschillende programma's	10 wk / 30 mnd	1x pw tot dagelijks	<ul style="list-style-type: none"> • valincidentie en fractuurincidentie • BMD • spierkracht • balans 	<ul style="list-style-type: none"> • valincidentie: sign. reductie in 1 van 2 studies • fractuurincidentie: reductie in 1 studie • BMD: bijna geen effect bij interventies < 1 jr; positief effect bij interventies met kracht- en aerobe training met gewichtsdragende component en impactoefeningen • spierkracht: krachttraining minimaal 2x pw heeft een positief effect op spierkracht • balans: interventies met specifieke balansoefeningen verbeteren meestal de balans op het niveau van beperkingen en vaak ook op stoornisniveau 	A1

BMD = bone mineral density; EBRO = Evidence Based Richtlijnen Ontwikkeling; RCT = randomized controlled trial; SR = systematic review; sign. = significant; jr. = jaar/jaren; mnd. = maand(en); pw = per week; wkn. = week/weken.

Tabel B.2. Systematische reviews (SR's) en meta-analyses ten aanzien van onderzoeken bij populaties gezonde ouderen of postmenopauzale vrouwen.

studie	kenmerken beweginginterventie					uitkomsten	kwaliteit
	populatie en aantal studies	type activiteit	duur	frequentie en intensiteit	uitkomstmaten		
Asikainen et al. (2004) ²	SR: postmenopauzale vrouwen (28 RCT's, n = 2646, waarvan n = 1373 voor botdichtheid)	verschillende programma's: <ul style="list-style-type: none"> • wandelen • wandelen + andere aerobe trainingsvormen • aerobe training + krachttraining • high-impactoefeningen 	≥ 8 wk	<ul style="list-style-type: none"> • 1x pw tot dagelijks • 2-6x pw • aerobe oefeningen: 40-84% VO_{2max} • krachtoefeningen: 10-80% 1RM; merendeel 80% 1RM 	<ul style="list-style-type: none"> • lichaamssamenstelling • botsterkte/ botdichtheid • spierkracht • balans • uithoudingsvermogen • bloeddruk/ lipidengehalte 	<ul style="list-style-type: none"> • wandelen: positief effect op BMD en uithoudingsvermogen • combinatie van diverse vormen van aerobe trainingen: positieve effecten op de VO_{2max} • combinatie diverse aerobe trainingen + krachttraining: positief effect op BMD en VO_{2max} • krachttraining: positief effect op BMD bij het langste programma op 80% van het 1RM; spierkracht verbeterd in beide studies • high-impacttraining: positief effect op BMD, BMC, spierkracht, balans en uithoudingsvermogen 	A1
Baker et al. (2007) ³	SR: leeftijd ≥ 60 jr. (15 RCT's, n = 2149) NB: in slechts 2 studies is de BMD gemeten	programma's met ten minste: <ul style="list-style-type: none"> • krachttraining • aerobe training • balanstraining 		<ul style="list-style-type: none"> • krachttraining: oplopend in intensiteit 1-3x pw, 3x pw was meest voorkomend • balanstraining: 1-3x pw, maar meestal 3x pw • aerobe training: 1-3x pw, maar meestal 3x pw; in alle studies werd gewandeld 	<ul style="list-style-type: none"> • spierkracht • balans • uithoudingsvermogen • valincidentie • BMD • loopsnelheid • kwaliteit van leven 	<ul style="list-style-type: none"> • spierkracht: meestal verbetering, maar slechts in 1 studie een toename van alle krachtmaten (ES = -0,08-1,67) • balans: verbeterd in 6 van 11 studies (ES = 0,22-1,14) • aerobe capaciteit: sign. toename in 2 studies; in 2 studies niet • valincidentie: afname in 5 van 6 studies • loopsnelheid: toename in 2 van 7 studies • BMD van de femurhals: toename in 1 van de 2 studies in E-groep; in LWK geen effect • kwaliteit van leven: verbetering in 2 van de 4 studies 	A1

studie	kenmerken beweeginterventie					uitkomsten	kwaliteit
	populatie en aantal studies	type activiteit	duur	frequentie en intensiteit	uitkomstmaten		
geen auteurs vermeld (2005) ⁴	SR: leeftijd \geq 60 jr. (1 meta-analyse slechts en 1 RCT) NB: niet alle studies zijn in een tabel weergegeven en de resultaten zijn niet uitgebreid beschreven	verschillende interventies w.o. beweegprogramma's			valincidentie	<ul style="list-style-type: none"> beweegprogramma's reduceren het valrisico bij vergelijking met een inactieve groep of een reguliere behandeling verschillende typen lichamelijke activiteit, zoals balans-, flexibiliteits-, duur- en krachttraining: geen verschillen in effectiviteit 	B
Bonaiuti et al. (2002) ⁵	CR, meta-analyse: postmenopauzale vrouwen (18 RCT's, n = 1423)	verschillende beweeginterventies <ul style="list-style-type: none"> aerobe training kracht wandelen en adl-activiteiten 	meeste 12 mnd.	2-3x pw	<ul style="list-style-type: none"> BMD aantal fracturen 	<ul style="list-style-type: none"> aerobe training: significant effect op BMD van de LWK (ES = 0,83; 0,08-1,58; 7 studies) en pols (ES = 1,22; 0,71-1,74; 2 studies); BMD heup geen significant verschil (ES = -0,7; -1,18-1,03, 5 studies) krachttraining: significant effect op BMD LWK (ES = 2,50; 0,44-4,57; 2 studies), geen effect op BMD heup (ES = 0,41; -8,5-1,67; 3 studies) of pols (ES = -0,28; -3,21-2,65; 1 studie) wandelen of dagelijkse activiteiten (3 studies): significant effect op BMD LWK (ES = 1,31; -0,03-2,65) en BMD heup (ES = 0,92; 0,21-1,64). geen effect op vertebrale fracturen (1 studie) 	A1
Brérard et al. (1997) ⁶	meta-analyse: postmenopauzale vrouwen: 18 wel of niet gerandomiseerde studies	verschillende beweeginterventies, w.o. aerobe oefeningen, kracht- en impactoefeningen	1,5-60 mnd	1-6x pw	<ul style="list-style-type: none"> BMD: LWK, femur, onderarm 	<ul style="list-style-type: none"> alleen een significant effect op BMD van de LWK bij verwerking van studies van na 1991 (ES = 0,8745) 	A1
Gillespie et al. (2009) ⁷	CR, meta-analyse: ouderen (111 RCT's, n = 55.303)	verschillende interventies			<ul style="list-style-type: none"> valincidentie 	inspanningsinterventies met positief effect op valincidentie: <ul style="list-style-type: none"> groepsprogramma's: risk ratio 0,83; 0,72-0,97 tai chi: risk ratio 0,65; 0,51-0,82 programma's waarbij intensiteit individueel bepaald werden: risk ratio 0,77; 0,61-0,97 	A1
Heemskerk et al. (2007) ⁸	SR: ouderen (12 RCT's, n = 1128)	balans- en krachtoefeningen NB: Alleen studies met positieve uitkomsten werden geïnccludeerd.	6 wk. tot 12 mnd.		<ul style="list-style-type: none"> balans spierkracht van de onderste extremiteit 	<ul style="list-style-type: none"> oefenvormen met een positief effect op balans zijn: reiken, grijpen, zijwaarts en achterwaarts lopen, staan op 1 been, balspelen, staan op een oefentol en tai chi oefenvormen met een positief effect op spierkracht van de onderste extremiteit: oefeningen met klein fysiotherapeutisch materiaal zoals zandzakjes, dumbbells en therabands en oefeningen met fitnessapparaten 	B

studie	kenmerken beweeginterventie					uitkomsten	kwaliteit
	populatie en aantal studies	type activiteit	duur	frequentie en intensiteit	uitkomstmaten		
Howe et al. (2007) ⁹	CR: ouderen (34 RCT's, n = 2883)	verschillend: 1. gang, balans, coördinatie en functionele oefeningen 2. krachtoefeningen 3. 3D-oefening; tai chi, dans, yoga 4. algemene fysieke activiteit 5. wandelen 6. fietsen	4 wk. tot 12 mnd.	1x per 2 wk. tot dagelijks	• verschillende balanstests, onderverdeeld in indirecte maten voor balans (balanstests op het niveau van beperkingen) en directe maten voor balans (posturografie, stoornisniveau)	effecten per oefenvorm (zie kolom 3) • gang-, balans-, coördinatie- en functionele oefeningen (1): effectief op het niveau van stoornissen en beperkingen • krachtoefeningen (2): effectief op het niveau van stoornissen en beperkingen • 3D-oefening; tai chi, dans, yoga (3) : effectief op het niveau van beperkingen, niet op het niveau van stoornissen • algemene fysieke activiteit (4): effectief op het niveau van beperkingen, niet op het niveau van stoornissen • wandelen (5): effectief op het niveau van beperkingen, niet op het niveau van stoornissen • fietsen (6): geen significante verschillen (1 studie) NB: De zeer diverse uitkomstmaten maken de resultaten van de verschillende onderzoeken moeilijk te vergelijken.	B
Kelley et al. (2006) ¹⁰	meta-analyse: postmenopauzale vrouwen (10 RCT's en CT's, n = 595)	• variabel: wel (n = 10) en niet gewichtsdragende (n = 2) activiteiten, krachttraining (n = 2) • bij alle interventies werd plaats specifiek belast	32-104 wk.		• BMD: femurhals	• BMD van de femurhals: geen significant effect (E-groep: toename 0,51% vs 0,13% in C-groep) NB: Mogelijk zijn geen verschillen gevonden vanwege de diversiteit aan interventies.	A1
Kelley et al. (2002) ¹¹	meta-analyse: postmenopauzale vrouwen (7 RCT's en 6 CT's, n = 699)	training met een gewichtsdragende component (n = 13), niet gewichtsdragende training (n = 2), krachttraining (n = 2)	24-104 wk.	merendeel 2-3x pw	• BMD: wervelkolom	• BMD LWK: sign. effect (verschil 2%, E-groep: +1%, C-groep: -1%)	A1
Kelley et al. (1998) ¹²	meta-analyse: postmenopauzale vrouwen (11 RCT's, n = 719)	aerobe training of krachttraining	7-39 mnd.	• 2-7x pw • krachttraining: 30-84% van het 1RM	• BMD: van de regio's die belast werden	• significant effect van aerobe training (1,62%; 1,12-2,12) en krachttraining (0,65%; 0,48-0,83) voor regio's die door oefeningen belast werden	A1
Lock et al. (2006) ¹³	SR: ouderen / postmenopauzale vrouwen (at risk voor osteoporose)	E: verschillende interventies w.o. 3 RCT's (n = 322) met beweeginventies C: placebo-interventie, reguliere behandeling of geen interventie	2-4 jr.		• aantal wervelfracturen en polsfracturen	• aantal wervelfracturen: geen significante reductie (RR = 0,52; 0,17-1,6; resultaten niet consistent) • aantal polsfracturen: geen significante reductie (RR = 1,78; 0,39-8,06) • totaal aantal fracturen geen significante reductie (RR = 0,91; 0,34-2,50, data van 1 studie)	A1

studie	kenmerken beweeginterventie					uitkomsten	kwaliteit
	populatie en aantal studies	type activiteit	duur	frequentie en intensiteit	uitkomstmaten		
Martyn St James et al. (2006) ¹⁴	meta-analyse: postmenopauzale vrouwen (13 RCT's)	E: weerstands-training C: geen inspanning	≥ 6 mnd.	• merendeel 70% van het 1RM of meer • merendeel 2-3 dgn. pw	• BMD: total hip, femurhals, LWK • aantal deelnemers: LWK n = 503, femurhals n = 390, heup n = 321	• BMD LWK: sign. toename (0,006 g/cm ² ; 0,002-0,011) • total hip BMD: geen signific. verschil (0,002 g/cm ² ; -0,001-0,005); BMD femurhals: geen signific. verschil (0,010 g/cm ² ; -0,002-0,021) geen HRT of bisfosfanatengebruik en met calciumsuppletie • sign. toename total hip BMD (0,008 g/cm ² ; 0,002-0,013), maar geen verschil in de BMD LWK en femurhals wel HRT • sign. effect op de BMD [LWK] (0,011g/cm ² ; 0,001-0,020), maar niet op BMD heup en femurhals	A1
Myers et al. (1996) ¹⁵	SR: leeftijd ≥ 55 jr. (9 R CT's)	diverse interventies, w.o. inspanning			• vallen	• positief effect van interventies met een inspanningscomponent en gericht op risicofactoren voor vallen • geen effect van een groepstraining • geen effect van interventies bij mensen in een verpleeghuis	A1
Palombaro (2005) ¹⁶	meta-analyse: postmenopauzale vrouwen en mannen en vrouwen ≥ 50 jr. (10 CT's en RCT's)	E: wandelen C: een andere beweeginterventie of een inactieve controlegroep	≥ 24 wkn.	wandelen op verschillende intensiteit	• BMD: LWK, femur, calcaneus • aantal deelnemers: LWK n = 362, femur n = 285, calcaneus n = 115	• BMD LWK: een klein sign. positief effect (ES = 0,32) • alle andere uitkomstmaten: geen sign. effect	A1
Province et al. (1995) ¹⁷	meta-analyse: al dan niet zelfstandig wonende ouderen (6 RCT's, n = 2328)	aerobe training of krachttraining	7-39 mnd.	• 2-7x pw • krachttraining: 30-84% van het 1RM	• BMD: van de regio's die belast werden	• significant effect van aerobe training (1,62%; 1,12-2,12) en krachttraining (0,65%; 0,48-0,83) voor regio's die door oefeningen belast werden	A1
Sheth (1999) ¹⁸	review	verschillend			• BMD	• positief effect van krachttraining op 70-80% RM en aerobe training • geen effect van wandelen	A1
Swezey et al. (1996) ¹⁹	SR: postmenopauzale vrouwen	gewichtsdragende oefeningen weerstandstraining			• BMD	• positief effect op BMD van meer intensieve gewichtsdragende activiteiten, zoals joggen • positief effect van krachttraining op BMD	A1
Wayne et al. (2007) ²⁰	SR: postmenopauzale vrouwen (2 RCT's, 2 CT's en 2 crossectionele studies)	tai chi	RCT's 10-12 mnd.		• botdichtheid	12 maanden tai chi (1 RCT): • BMD van het trabeculaire en het corticale gedeelte van de distale tibia: minder afname • BMD wervelkolom en femur: geen effecten de andere RCT (mindere kwaliteit): toename van BMD LWK, grootste effect van 'pushing hands' (3,4%); toename BMD van de distale radius en ulna	A1

studie	kenmerken beweginginterventie					uitkomsten	kwaliteit
	populatie en aantal studies	type activiteit	duur	frequentie en intensiteit	uitkomstmaten		
Wolff et al. (1999) ²¹	postmenopauzale vrouwen (12 RCT's en 6 CT's)	duurtraining en/of krachttraining	7-24 mnd		• BMD	<ul style="list-style-type: none"> • positief effect van duurtraining op BMD van de wervelkolom (0,96%) en van het femur (0,90%) • positief effect van duurtraining + krachttraining op BMD van de wervelkolom (0,79%) en van het femur (0,89%) • geen significant effect van alleen krachttraining 	A1
Zehnacker et al. (2007) ²²	SR: postmenopauzale vrouwen (20 CT's en RCT's)	programma's met gewichtsdragende oefeningen en weerstandsoefeningen			• BMD	<ul style="list-style-type: none"> • doorgaans pas effecten op BMD bij duur > 11 mnd, intensiteit 70-90% 1RM, frequentie 3-5x per wk en trainingsduur ≥ 45 min. • oefeningen van de rug op 80% van de maximale rugextensiekracht kunnen de BMD van de lumbale wervelkolom verbeteren <p>oefeningen met een positief effect op de BMD zijn:</p> <ul style="list-style-type: none"> • gewichtsdragende squats, hack squats, leg press, heup, extensie/abductie/adductie, knie-extensie, hamstring curl • traplopen/steps/springen/power cleans met verzwaarde vesten • military press, latissimus pull down, seated row, rotary torso; extensieoefeningen van de rug met verzwaarde rugzakken, leg press, bench press, elleboog-oefeningen, wrist curl, triceps extensie, pronatie en supinatie oefeningen van de arm 	A1
Zijlstra et al. (2007) ²³	SR: ouderen (19 RCT's)	verschillende interventies, w.o. 7 RCT's met bewegen			• valangst	<ul style="list-style-type: none"> • interventies met een positief effect op valangst zijn: tai chi, bewegprogramma's, multifactoriële programma's en heupbeschermers 	A1

1RM = 1 repetitie maximum; BMC = bone mineral content; BMD = bone mineral density; C = controlegroep; CR = Cochrane review; CT = controlled trial; E = experimentele groep; EBRO = Evidence Based Richtlijnen Ontwikkeling; ES = effect size; HRT = hormone replacement therapy; LWK = lumbale wervelkolom; RCT = randomized controlled trial; RR = relatief risico; SR = systematic review; VO_{2max} = maximale zuurstofopnamecapaciteit.
 sign. = significant; jr. = jaar/jaren; min. = minuut; mnd. = maand(en); pw = per week; wkn. = week/weken.

Tabel B.3. Systematische reviews (SR's) en meta-analyses ten aanzien van studies bij populaties vrouwen en mannen van middelbare leeftijd of jonger.

studie	kenmerken beweginginterventie					uitkomsten	kwaliteit
	populatie en aantal studies	type activiteit	duur	frequentie en intensiteit	uitkomstmaten		
Ernst et al. (1998)	SR: vrouwen van alle leeftijden (21 RCT's)	verschillend			• BMD	• positief effect van inspanning op BMD, met name bij gewichtsdragende oefeningen	A1
Kelley et al. (2004) ²⁴	meta-analyse: gezonde vrouwen voor de menopauze (3 CT's, n = 143)	krachttraining onderste extremititeit	18-52 wk.	• 3-5x pw • 60-80% van 1RM	• BMD: LWK, femur	• geen sign. verschil	B
Kelley et al. (2001) ²⁵	meta-analyse: vrouwen > 18 jr. (18 RCT's en 11 CT's, n = 1123)	krachttraining	≥ 18 wk.	• merendeel 2-5x pw • merendeel 60-80% van 1RM	• BMD: LWK, femur, radius	• BMD LWK: sign. toename (ES = 0,24; 0,11-0,38) • BMD femur: geen sign. effect • BMD radius: sign. toename (ES = 0,30; 0,13-0,48)	A1
Kelley et al. (2000) ²⁶	meta-analyse: gezonde mannen > 18 jr. (2 RCT's en 6 CT's, n = 225)	diverse beweginginterventies (o.a. krachttraining, roeien, hardlopen, kracht- en duurtraining)	≥ 4 mnd.	• merendeel 2-3x pw	• BMD: LWK, femur, gehele lichaam, pols	• BMD specifiek getrainde botten: sign. toename (~2,6%; E-groep: 2,1%, C-groep: -0,5%); sub-groepanalyse: alleen sign. voor mannen > 31 jr.	A1
Wolff et al. (1999) ²¹	premenopauzale vrouwen (4 RCT's, 3 CT's)	duurtraining met krachttraining	8-24 mnd		• BMD: LWK, femur	• positief effect op BMD van de wervelkolom (0,91%) en van het femur (0,90%)	A1

1RM = 1 repetitie maximum; BMD = bone mineral density; C = controlegroep; CT = controlled trial; E = experimentele groep; EBRO = Evidence Based Richtlijnen Ontwikkeling; LWK = lumbale wervelkolom; RCT = randomized controlled trial; SR = systematic review; VO_{2max} = maximale zuurstofopnamecapaciteit. sign. = significant; jr. = jaar/jaren; min. = minuut; mnd. = maand(en); pw = per week; wkn. = week/weken.

Tabel B.4. RCT's met studies naar het effect van beweeginterventies op de botmassa en overige uitkomstmaten bij vrouwen en mannen met osteoporose of osteopenie.

studie	kenmerken beweeginterventie					uitkomsten	kwaliteit
	populatie en aantal studies	type activiteit	duur	frequentie en intensiteit	uitkomstmaten		
Bergström et al. (2008) ²⁷	postmenopauzale vrouwen met lage BMD en onderarmfracturen in de voorgeschiedenis (E: n = 60, C: n = 52)	E: snelwandelen, aerobe oefeningen en krachtoefeningen C: geen interventie	12 mnd.	<ul style="list-style-type: none"> • 3x pw 30 min. snelwandelen • 1-2 uur pw fysieke training met 25 min. krachttraining voor romp en extremiteiten, 25 min. aerobe oefeningen, 5 min. rekken en 5 min. warming-up 	<ul style="list-style-type: none"> • BMD: LWK en heup • beenspierkracht: timed-stand test 	<ul style="list-style-type: none"> • BMD LWK: afname (tendens), maar geen between-groepverschil • BMD heup: sign. toename in E- vs C-groep (+0,005 g/cm² ± 0,018 vs -0,003 g/cm² ± 0,019); niet sign. met intention-to-treatanalyse • beenspierkracht: toename in E- vs C-groep 	B
Bravo et al. (1996) ²⁸	postmenopauzale vrouwen met osteopenie; leeftijd 50-70 jr. (E: n = 61, C: n = 63)	E: programma met gewichtsdragende oefeningen en educatie C: voortzetting dagelijkse activiteiten plus	12 mnd.	<ul style="list-style-type: none"> • 3x pw 1 uur met: 10 min. warming-up, 25 min. snelwandelen en aerobe dansvormen, 15 min. steps, 10-15 min. krachtoefeningen (12-15RM), 5 min. cooling-down met rekken/balans-/coördinatieoefeningen • tot 60-70% HR_{reserve} 	<ul style="list-style-type: none"> • BMD: LWK en femurhals • flexibiliteit: gemodificeerde sit-and-reach test • coördinatie bovenste extremiteit: soda pop test • behendigheid/dynamische balans: test die lijkt op de TUG • kracht bovenste extremiteit: aantal hh in 30 s • uithoudingsvermogen: een halve mijl wandelen • psychologisch welbevinden: Dupuy's General Well-Being Schedule • rugpijn • ervaren gezondheid 	<ul style="list-style-type: none"> • BMD: LWK: toename in E- vs C-groep; femurhals: geen sign. verschillen • flexibiliteit: minder afgenomen in E- vs C-groep • coördinatie: geen groepsverschillen • behendigheid/balans, spierkracht bovenste extremiteit en uithoudingsvermogen: verbetering in E- vs C-groep • psychologisch welbevinden: verbetering in E- vs C-groep (baselinescores waren echter ook verschillend; verschillen waren sign. na correctie voor baselinewaarden) • rugpijn: afgenomen in E- vs C-groep • ervaren gezondheid: toename in E- vs C-groep 	B
Carter et al. (2001) ²⁹	postmenopauzale vrouwen met osteoporose (E: n = 45, C: n = 48)	osteofit: community-based beweegprogramma gericht op het verbeteren van balans, houding, lopen, coördinatie en spierkracht	10 wk.	<ul style="list-style-type: none"> • 2x pw, 40 min. • gewichtjes van 1-2 kg • 8-16 hh 	<ul style="list-style-type: none"> • 2x pw, 40 min. • gewichtjes van 1-2 kg • 8-16 hh 	<ul style="list-style-type: none"> • geen sign. verschillen tussen E- en C-groep 	A2

studie	kenmerken beweeginterventie					uitkomsten	kwaliteit
	populatie en aantal studies	type activiteit	duur	frequentie en intensiteit	uitkomstmaten		
Carter et al. (2002) ³⁰	zie Carter et al. (2001) ²⁹	zie Carter et al. (2001) ²⁹	20 wk.	zie Carter et al. (2001) ²⁹	<ul style="list-style-type: none"> zie Carter et al. (2001)²⁹ + kwaliteit van leven (inclusief pijn) 	<ul style="list-style-type: none"> statische balans: positieve maar niet sign. verbetering (6,3%) na correctie voor RA en osteoartritis in E- vs C-groep dynamische balans: verbetering in 4,9% groter in E- vs C-groep, na correctie voor leeftijd, fysieke activiteit en oestrogeengebruik knie-extensiekracht: verbetering 12,9% groter in E- vs C-groep, na correctie voor fysieke activiteit, cognitieve status en aantal fracturen ooit kwaliteit van leven (w.o. pijn): geen verschil <p>NB: Alleen sign. verschillen na correctie voor covariabelen.</p>	A2
Chien et al. (2005) ³¹	Taiwanese postmenopauzale vrouwen met osteoporose of osteopenie, zonder fractuur (E: n = 14, C: n = 14) alle vrouwen kregen calciumsuppletie	E: oefeningen ter verbetering van kracht, stabilisatie en ROM van de romp C: voortzetten normale lichamelijke activiteit	12 wk.	<ul style="list-style-type: none"> oefeningen 3x per d., 7 dgn pw. 3x10 hh van 3-10 s (vanaf dit niveau opbouw aantal hh) getrainde spiergroepen: buikspieren, heup- en rompextensoren warming-up vooraf, stretchen achteraf 	<ul style="list-style-type: none"> spierkracht, ROM en beweegsnelheid van de romp vragenlijst voor functionele beperkingen kwaliteit van leven: SF-36; inclusief pijn 	<ul style="list-style-type: none"> spierkracht: toename bij alle krachttests, behalve rompflexie bij 60°/s in E-groep ROM en beweegsnelheid in het saggitale en frontale vlak: alleen toename in de E-groep functionele beperkingen en pijn (SF-36): afname in de E-groep mentale gezondheid (SF-36): toename in E-groep geen van de uitkomstmaten liet een verschil zien in de controlegroep <p>NB: Er zijn geen between-groepvergelijkingen gedaan voor post-interventie-onwaarderen.</p>	B
Devereux et al. (2005) ³²	oudere vrouwen met osteopenie of osteoporose (E: n = 25, C: n = 25)	E: oefeningen in het water gericht op balans, kracht, uithoudingsvermogen, houding en gang; er was ook een onderdeel zelfmanagement C: geen interventie	10 wk.	<ul style="list-style-type: none"> 2x pw 50 min. 10 min. educatie 	<ul style="list-style-type: none"> dynamische balans: step test valangst: modified falls self efficacy scale kwaliteit van leven: SF-36, inclusief pijn 	<ul style="list-style-type: none"> dynamische balans (step test) meer verbetering in E- vs C-groep valangst: geen groepsverschillen SF-36: items over fysiek en sociaal functioneren, vitaliteit en mentale gezondheid: verbetering in de E- vs C-groep; items over pijn, algemene gezondheid en fysieke en emotionele rol: geen groepsverschillen 	B

studie	kenmerken beweeginterventie					uitkomsten	kwaliteit
	populatie en aantal studies	type activiteit	duur	frequentie en intensiteit	uitkomstmaten		
Hongo et al. (2007) ³³	postmenopauzale vrouwen met osteoporose, zonder chronische rugklachten of een wervelfractuur in de afgelopen 6 mnd. (E: n = 42, C: n = 38)	E: krachtoefeningen voor de rug die thuis werden uitgevoerd C: geen interventie	4 mnd.	<ul style="list-style-type: none"> oefening: vanuit buiklig met een kussen onder de buik de rug strekken 10x 5 s per dag, 5 dgn. pw 	<ul style="list-style-type: none"> kwaliteit van leven: JOQOL spierkracht van de rugextensoren ROM van de wervelkolom 	<ul style="list-style-type: none"> kwaliteit van leven: meer toename in E- vs C-groep (adl, houding) kracht rugextensoren: meer toename (26% vs 11%) in E- vs C-groep pijn en algemene gezondheid: afname resp. toename in E-groep, maar geen sign. groepsverschillen voor deze items ROM wervelkolom: geen veranderingen 	B
Hourigan et al. (2008) ³⁴	vrouwen met osteopenie (E: n = 50, C: n = 48)	E: workstation oefenprogramma met oefeningen voor m.n. kracht en balans C: geen interventie	20 wk.	<ul style="list-style-type: none"> 2x pw 1 uur 8 min. warming-up, 37 min. individuele oefeningen, 10 min. groepsoefeningen en 5 min. cooling-down deelnemers werden uitgedaagd om de intensiteit steeds te verhogen 	<ul style="list-style-type: none"> balans: modified clinical test for sensory integration of balance, op 1 been staan klinische maten voor balans: TUG, functional step test, lateral reach test kracht: met dynamometrie gemeten maximaalkracht van de m. quadriceps, heupabductoren, -adductoren en exorotatoren, extensoren van de romp BMD: LWK, totale heup, femurhals, gebied van de trochanter, Ward's triangle, proximale femurschacht 	<ul style="list-style-type: none"> vaker medicatie voor osteoporose in E- dan in C-groep klinische maten voor balans en de meeste andere maten voor balans: verbetering; geen effect voor de taken op 2 benen staan met ogen open en het staan op schuim met de ogen dicht (12-71% verschil). kracht: verbetering van alle krachtmaten, behalve van de exorotatoren van het linkerbeen en de extensoren van de romp (9-23%) in E- vs C-groep BMD: geen sign. effecten 	A2
Iwamoto et al. (2005) ³⁵	inactieve postmenopauzale vrouwen met osteoporose en chronische rugklachten (E: n = 25, C: n = 25) beide groepen kregen alendronaat	E: whole body vibration training C: geen inspanningsinterventie	12 mnd.	<ul style="list-style-type: none"> elke wk. 4 min. met gebogen knieën en heupen op een vibratieplatform staan (20 Hz) 	<ul style="list-style-type: none"> BMD LWK rugpijn biomarkers voor bone turnover 	<ul style="list-style-type: none"> BMD LWK: gelijke toename in E- vs C-groep rugpijn: afname sign. groter in E- vs C-groep concentratie biomarkers: gelijke afname in E- vs C-groep 	B

studie	kenmerken beweeginterventie					uitkomsten	kwaliteit
	populatie en aantal studies	type activiteit	duur	frequentie en intensiteit	uitkomstmaten		
Judge et al. (2005) ³⁶	vrouwen met een lage BMD en HRT (res1: n = 92, res2: n = 97) beide groepen kregen calcium- en vitamine-D-suppletie	res1: weerstandstraining armen res2: weerstandstraining benen beide groepen moesten 45 min. pw wandelen	2 jr.	<ul style="list-style-type: none"> 3x pw, soms thuis: 5 min. warming-up, 35 min. weerstandstraining, 15 min. buik- en rugoefeningen, 5 min. cooling-down res1: armoeffeningen met dumbbells of therabands; 2x10-14 hh; de meeste oefeningen niet gewichtsdragend res2: oefeningen voor benen met gewichten of weightbelt; chair rise, stair climb, calf raise, heupflexie, -abductie 	<ul style="list-style-type: none"> BMD: total body, total femur, trochanter, Ward's region, femurhals, lumbale wervelkolom, radius, ultradistale radius BMC: total body lichaamssamenstelling markers voor botmetabolisme spierkracht: leg press 1RM uithoudingsvermogen: 6MWT 	<ul style="list-style-type: none"> BMD total body, femur en LWK: toename na 2 jr., zonder significante verschillen tussen de groepen lichaamssamenstelling: onveranderd, maar toename van gewicht in beide groepen markers voor botmetabolisme: verlaagd in beide groepen spierkracht benen: toename in de groep die de benen getraind had; afname in de andere groep (sign. groepsverschil) uithoudingsvermogen: verbetering in beide groepen, met een sign. groter effect in de groep die de armen trainde <p>grote uitval in deze studie (n = 59)</p>	B
Korpelainen et al. (2006) ³⁷	oudere vrouwen met een verlaagde BMD (2xSD onder de referentiewaarde), zonder medicatie met invloed op botmetabolisme (E: n = 84, C: n = 76)	E: programma met spring- en balansoefeningen C: voortzetting dagelijkse activiteiten beide groepen kregen 2x/jr. voorlichting	30 mnd.	<ul style="list-style-type: none"> afwisselend 6 mnd. onder begeleiding en 6 mnd. alleen thuis trainen dagelijks 20 min. thuis soortgelijke oefeningen 1x pw begeleide sessies van een uur met 15 min. warming-up en 45 min. spring- en balansoefeningen krachtoefeningen in 3 series met 30 s oefeninterval 	<ul style="list-style-type: none"> aantal vallen en valgerelateerde fracturen BMD/BMC: femurhals, trochanter, total proximal femur BMD: distale radius BUA/SOS calcaneus fysieke activiteit: indeling in categorieën dagelijkse activiteiten buiten het programma: FAI lichaamssamenstelling 	<ul style="list-style-type: none"> aantal valgerelateerde fracturen: meer tijdens de interventieperiode in C- dan in E-groep (16 vs 6, $p = 0,019$) valincidentie: geen sign. verschil in de E- vs C-groep (n = 88 vs n = 101, $p = 0,10$) BMC trochanter major: sign. minder afname in de E- vs C-groep (-2,9%; -5,3 - -0,9 vs -7,7%; -9,7- -5,6); andere maten botdichtheid: geen sign. verschil tussen de groepen dagelijkse activiteiten: afname in beide groepen even groot; tendens: meer deelnemers naar een hogere categorie voor fysieke activiteit in E-groep en meer deelnemers naar een lagere categorie in C-groep, maar de verschillen tussen de groepen waren niet sign. lichaamssamenstelling: toename gewicht en vetpercentage in beide groepen 	A2

studie	kenmerken beweginginterventie					uitkomsten	kwaliteit
	populatie en aantal studies	type activiteit	duur	frequentie en intensiteit	uitkomstmaten		
Korpelainen et al. (2006) ³⁸	zie Korpelainen et al. (2006) ³⁷	zie Korpelainen et al. (2006) ³⁷	30 mnd.	zie Korpelainen et al. (2006) ³⁷	<ul style="list-style-type: none"> • statische balans: posturografie • mobiliteit/functionele balans: TUG • uithoudingsvermogen: 2MWT • loopsnelheid • spierkracht en reactietijd: knie-extensoren/handgrip 	<ul style="list-style-type: none"> • statische balans: sign. minder achteruitgang in E- vs C-groep • mobiliteit/balans: sign. verbetering in E- vs C-groep • uithoudingsvermogen: verbetering in E- vs C-groep (20,8 m.; 16,1-25,6 vs -2min.; -6,2-2,2) • loopsnelheid: sign. verbetering in E- vs C-groep (0,25 m/s; 0,18-0,29 vs -0,07 m/s; -0,12 - -0,02) • spierkracht benen: sign. verbetering in E- vs C-groep (19,1 kg; 13,5-24,7: vs -8,0 kg; -12,4 - -3,8) • andere uitkomstmaten: geen sign. groepsverschillen 	A2
Liu-Ambrose et al (2004) ³⁹	vrouwen van 75-85 jr. met osteoporose of osteopenie (RT: n = 32, AG: n = 34, CO: n = 32)	RT: weerstandstraining met oefeningen voor romp en extremiteiten AG: behoudstraining met oefeningen voor balans en coördinatie, zoals balspelen en obstakelparcours CO: stretching, nl. sham interventie	25 wk.	<ul style="list-style-type: none"> • in alle groepen 2x pw 50 min., waarvan 15 min. warming-up en 15 min. cooling-down • RT: van 2x 10-15 hh op 50-60% 1RM, tot 2x 6-8 hh op 75-85% 1RM • AG: oefeningen voor coördinatie, balans en reactietijd, zoals balspelen, dansbewegingen en obstakelparcours 	<ul style="list-style-type: none"> • valrisico: PPA, met posturale balans, quadricepskracht, reactietijd van de hand, proprioceptie en visuele functie • spierkracht: isometrische enkeldorsaalflexie • reactietijd van de voet • balans: CB&M-schaal • fysieke activiteit: PASE 	<ul style="list-style-type: none"> • valrisico: verlaging totaalscores in RT- en AG-groep vs CO-groep (RT: 57,3%, AG: 47,5%, CO: 20,2%); verschil werd m.n. veroorzaakt door een verbetering van posturale balans RT- en AG-groep vs CO-groep • fysieke activiteit: toename in alle groepen (groepsverschillen niet sign.) 	A2
Liu-Ambrose et al. (2004) ⁴⁰	zie Liu-Ambrose et al. (2004) ³⁹	zie Liu-Ambrose et al. (2004) ³⁹	25 wk.	zie Liu-Ambrose et al. (2004) ³⁹	<ul style="list-style-type: none"> • botdichtheid: • pQCT radius en tibia • BMD total hip, femurhals en trochanter 	<ul style="list-style-type: none"> • BMD heup: geen groepsverschillen • AG verhoogde de BMD halverwege de tibia vergeleken met CO (0,5% vs -0,4%); geen effect op distale gedeelte van de tibia en op de radius • RT verhoogde de BMD halverwege de radius vergeleken met AG (1,4% vs -0,4%), maar geen effect op distale gedeelte van de radius en op de tibia 	A2
Liu-Ambrose et al. (2005) ⁴¹	zie Liu-Ambrose et al. (2004) ³⁹	zie Liu-Ambrose et al. (2004) ³⁹	25 wk.	zie Liu-Ambrose et al. (2004) ³⁹	<ul style="list-style-type: none"> • lage rugpijn: ODQ • kwaliteit van leven: QUALEFFO 	<ul style="list-style-type: none"> • rugpijn: geen sign. groepsverschillen, maar wel afname in alle groepen (RT: 27%, AG: 32%, CO: 21%) • kwaliteit van leven: geen sign. groepsverschillen, maar wel toename in RT- (10%) en AG- (13%) vs geen toename in CO-groep 	A2

studie	kenmerken beweeginterventie					uitkomsten	kwaliteit
	populatie en aantal studies	type activiteit	duur	frequentie en intensiteit	uitkomstmaten		
Liu-Ambrose et al. (2005) ⁴²	zie Liu-Ambrose et al (2004) ³⁹	zie Liu-Ambrose et al (2004) ³⁹	25 wk.	zie Liu-Ambrose et al (2004) ³⁹	<ul style="list-style-type: none"> • valrisico: PPA • fysieke activiteit: PASE 	<ul style="list-style-type: none"> • valrisico: geen groepsverschillen na 8 en 12 mnd. follow-up; geen sign. verandering na 8 en 12 mnd. follow-up vs direct na de training; verlaagd na 12 mnd. follow-up vs baselineniveau (RT: 43,3%; AG: 40,1%; CO: 37,4%) • fysieke activiteit: geen sign. groepsverschillen na 8 en 12 mnd. follow-up; toename na 12 mnd. follow-up in AG-groep 	A2
Maciaszek et al. (2007) ⁴³	mannen met osteoporose of osteopenie (E: n = 25, C: n = 24)	E: tai chi C: geen interventie	18 wk.	<ul style="list-style-type: none"> • 2x pw 45 min., waarvan 10 min. warming-up en 5 min. cooling-down 	balans: posturografie met weight-shifting taken <ol style="list-style-type: none"> 1. tijd die nodig is om van het ene punt naar het andere te komen 2. hoe recht de lijn om naar het andere punt te komen 3. hoe goed het COP op zijn plaats blijft 4. afstand dat het COP aflegt om naar het andere punt te komen 	balans: <ul style="list-style-type: none"> • verbetering parameters 1, 3 en 4 in E-groep, en geen verschillen in C-groep • sign. groepsverschillen voor parameters 3 en 4 	B
Madureira et al. (2007) ⁴⁴	vrouwen met osteoporose (E: n = 34, C: n = 32)	E: balanstreining C: geen inspanningsinterventie	12 mnd.	<ul style="list-style-type: none"> • 1 uur pw: 15 min. warming-up en 30 min. balansoefeningen, 15 min. lopen • advies om nog 3x pw 30 min. thuis te oefenen 	<ul style="list-style-type: none"> • statische balans: CTSIB • functionele balans: BBS • functionele mobiliteit / balans: TUG • valincidentie 	<ul style="list-style-type: none"> • statische balans: werd bij sign. meer mensen beter in E- (13 vs 1) vs C-groep (12 vs 1) • functionele balans: sign. verbetering van E- (5,5 ptn. ± 5,67) vs C-groep (-0,5 ptn. ± 4,88) • functionele mobiliteit: sign. verbetering in E- (-3,65 s ± 3,61) vs C-groep (2,27 s ± 7,18) • valincidentie: sign. meer afgenomen in E- (-0,77 ± 1,76) vs C-groep (0,03 ± 0,96) 	A2
Malmros et al. (1998) ⁴⁵	vrouwen met osteoporose, rugpijn en fracturen in de voorgeschiedenis (E: n = 27, C: n = 25)	E: kracht balans, rekken en ontspanningsoefeningen C: geen interventie	10 wk	• 2x pw 1 uur	<ul style="list-style-type: none"> • balans: posturografie • spierkracht: onderste extremiteit en romp • pijn en pijnmedicatie • dagelijks functioneren • kwaliteit van leven 	<ul style="list-style-type: none"> • na het programma geen effect op kracht, balans en dagelijks functioneren • na het programma minder pijn en gebruik van analgetica en een verbeterde kwaliteit van leven in E vs C 	A2
Mitchell et al. (1998) ⁴⁶	vrouwen met osteoporose (E: n = 16, C: n = 14)	E: krachttoefeningen voor rug en onderste extremiteit en aerobe oefeningen C: geen interventie	12 wk	<ul style="list-style-type: none"> • 2x pw groeps-training (35 min. 60-70% HR_{max}) en 1x pw snelwandelen (20 min) 	<ul style="list-style-type: none"> • balans: FR • spierkracht: knie-extensie • uithoudingsvermogen: VO_{2max} • flexibiliteit: Sit and Reach test 	<ul style="list-style-type: none"> • verbeterde balans in E vs C (+4,4 cm vs +1,3 cm) • verbeterde kracht in E vs C (+3,1-21,7 vs -4,94 - -1,43 Nm) • verbeterde VO_{2max} in E vs C (+6,14 vs +0,20 ml/kg/min) • verbeterde flexibiliteit in E vs C (+5,87 vs -1,21 cm) 	B

studie	kenmerken beweeginterventie					uitkomsten	kwaliteit
	populatie en aantal studies	type activiteit	duur	frequentie en intensiteit	uitkomstmaten		
Papaioanou et al. (2003) ⁴⁷	postmenopauzale vrouwen met osteoporose en ten minste 1 vertebrale fractuur (E: n = 37, C: n = 37)	E: oefenprogramma voor thuis met rek-, kracht- en aerobe oefeningen, zoals wandelen C: voortzetting dagelijkse activiteiten	6 mnd.	• 3x pw, 60 min. • geleidelijke weerstandsopbouw de tweede 6 mnd. kwam de fysiotherapeut niet meer aan huis voor controle; nog wel telefonisch contact	• kwaliteit van leven: OQLQ (inclusief pijn) en SIP • balans: posturografie, TUG • BMD: LWK en femur (12 mnd.)	• kwaliteit van leven (OQLQ): verbetering in E- vs C-groep – na 6 mnd. (w.b. symptomen (pijn), emotie, vrije tijd / sociale rol) – na 12 mnd. (w.b. symptomen (pijn) en adl) • kwaliteit van leven (SIP): geen verschillen tussen de groepen • balans (posturografie): verbetering na 12 mnd. in E- vs C-groep • balans (TUG): geen groepsverschillen • BMD: geen effect NB: Het aantal deelnemers dat nog 3x pw oefende was de tweede 6 mnd. laag (47%).	A2
Pearl-mutter et al. (1995) ⁴⁸	vrouwen met osteoporose (n = 33)	E1: extensieoefeningen van de wervelkolom E2: oefeningen voor mobiliteit en kracht van scapulaire musculatuur C: controle			• mobiliteit van de schouder	• positief effect op flexie van de schouder in beide E- groepen vergeleken met controles	
Smulders et al. (2010) ⁴⁹	ouderen (> 65 jr.) met osteoporose die gevallen waren (E: n = 50, C: n = 46)	E: voorlichting, obstakelparcours, loopoefeningen, gewichtsdragende oefeningen, valtechnieken C: wachtlijst voor programma	5,5 wkn. follow-up 1 jr.	• gedurende de 5,5 weken 11 sessies van 1,5 uur	• valincidentie • BMD: LWK, heup • balance confidence: ABC-schaal • kwaliteit van leven: QUALEFFO • fysieke activiteit: LAPAQ, pedometer	• valincidentie: na follow-up lager in E- vs C- groep (risk ratio 0,61; 0,40-0,94) • BMD: na follow-up in LWK trend voor verbetering in E- vs C-groep (p = 0,07), geen effect voor heup • balance confidence: na follow-up verbetering in E- vs C-groep (13,9% vs geen verschil) • kwaliteit van leven: geen effect • fysieke activiteit: geen effect	A2

studie	kenmerken beweeginterventie					uitkomsten	kwaliteit
	populatie en aantal studies	type activiteit	duur	frequentie en intensiteit	uitkomstmaten		
Stengel et al. (2005) ⁵⁰	postmenopauzale vrouwen met osteopenie, zonder medicatie met invloed op het botmetabolisme; de vrouwen hadden eerder deelgenomen aan een 3-jarig inspanningsprogramma (E1: n = 25, E2: n = 28) beide groepen kregen zo nodig calcium- of vitamine-D-suppletie	E1: powertraining = krachttraining met snelle krachtopbouw E2: krachttraining met langzame krachtopbouw beide groepen kregen ook gymnastiek-oefeningen en oefeningen voor thuis	1 jr.	<ul style="list-style-type: none"> om de dag een training krachttraining: 2x pw 60 min, lopen/aerobics op 70-85% HR_{max}, kracht-oefeningen voor armen, romp en benen (afwisselend 50% 1RM en 70-90% 1RM) gymnastiek: 1x pw 60 min. met oefeningen voor kracht, coördinatie, flexibiliteit en duuroefeningen oefeningen thuis: 1x pw 25 min: touwtjespringen, rekken en krachtoefeningen 	<ul style="list-style-type: none"> antropometrie spierkracht uithoudingsvermogen: VO_{2max} BMD: LWK, total hip, intertrochanterregio, femurhals, trochanter, onderarm, distale radius pijn 	<ul style="list-style-type: none"> antropometrie, spierkracht en VO_{2max}: geen verschillen tussen de groepen BMD: minder afname in de LWK bij E1 vs E2 (+0,7% ± 2,1 vs -0,9% ± 1,9), total hip (0,0% ± 1,7 vs -1,2% ± 1,5) en intertrochanter regio (0,1% ± 2,9 vs -1,4% ± 3,0) pijn: <ul style="list-style-type: none"> nekpijn: meer afname in E1- vs E2-groep pijn op andere plaatsen in het lichaam: geen groepsverschillen 	B
Stengel et al. (2007) ⁵¹	zie Stengel et al. (2005) ⁵¹	zie Stengel et al. (2005) ⁵¹	2 jr.	zie Stengel et al. (2005) ⁵¹	zie Stengel et al. (2005), behalve VO _{2max}	<ul style="list-style-type: none"> BMD LWK: <ul style="list-style-type: none"> BMD-verlies minder (-0,3% vs -2,4%) in E1- vs E2-groep verlies van botoppervlak minder (0,4% vs -0,9%) in E1- vs E2-groep andere BMD-maten: geen groepsverschillen pijn LWK: toename in E2-groep (sign. groepsverschillen) pijn andere gewrichten: geen groepsverschillen 	B

studie	kenmerken beweeginterventie					uitkomsten	kwaliteit
	populatie en aantal studies	type activiteit	duur	frequentie en intensiteit	uitkomstmaten		
Swanen- burg et al. (2007) ⁵²	oudere vrouwen met osteoporose of osteopenie (E: n = 12, C: n = 12) alle vrouwen kregen calcium- en vitamine-D-suppletie; E: ook proteïne-supplementen	E: kracht- oefeningen, coördinatie- training, balans- oefeningen en duurtraining C: schriftelijke informatie over (vrijblijvende) huiswerk- oefeningen	3 mnd. 9 mnd. follow- up	• 3x pw 70 min. • wekelijks 2 lessen weer- standstraining, balanstraining, coördinatie- training en duur- training en 1 les spelsporten, ba- lansoefeningen en duurtraining	• valrisico/balans: BBS • valincidentie • statische balans: postu- rografie • quadricepskracht • fysieke activiteit: FAS • lichaamssamenstelling • algemene gezondheid / kwaliteit van leven: SF-36 • BMC total hip, total spine • biochemische markers voor botmetabolisme	• valrisico/balans: sign. verbetering in E- vs C-groep • valincidentie: afname vnl. in E-groep (89% niet getoetst) • statische balans: geen verschillen tussen de groepen • quadricepskracht: sign. meer toe- name in E- vs C-groep • fysieke activiteit: sign. toename in E- vs C-groep gedurende het programma • algemene gezondheid / kwaliteit van leven: geen verschillen • BMC total hip: toename in C-groep; niet in E • overige BMC en botmetabolisme: gelijk gebleven in beide groepen	B

1RM = 1 repetitie maximum; 2MWT = 2-Minuten wandeltest; 6MWT = 6-Minuten wandeltest; BBS = Berg Balance Scale; BMC = bone mineral content; BMD = bone mineral density; BUA = broadband ultrasound attenuation; C = controlegroep; CB&M = Community Balance and Mobility Scale; COP = center of pressure; CTSIB = Clinical Test Sensory Interaction Balance; E = experimentele groep; EBRO = Evidence Based Richtlijnen Ontwikkeling; FAS = Freiburger Questionnaire of Physical Activity; FAI = Frenchay Activities Index; FR = Functional Reach; HR_{max} = maximale hartfrequentie; HR_{reserve} = heart rate reserve; HRT = hormone replacement therapy; JOQOL = Japanese Osteoporosis Quality of Life Questionnaire; LWK = lumbale wervelkolom; nRM = n repetitie maximum: hoogste gewicht dat één keer getild kan worden; ODQ = Oswestry Low Back Pain Disability Questionnaire; OQLQ = Osteoporosis Quality of Life Questionnaire; PASE = Physical Activity Scale for the Elderly; PPA = Physiological Profile Assessment; pQCT = peripheral quantitative computed tomography; ROM = range of motion; SF-36 = Short Form (36) Health Survey; SIP = Sickness Impact Profile; SOS = speed-of-sound; QUALEFFO = Quality of life questionnaire of the European Foundation for Osteoporosis; TUG = Timed-Up-and-Go test; VO_{2max} = maximale zuurstofopnamecapaciteit.
sign. = significant; jr. = jaar/jaren; min. = minuut; mnd. = maand(en); ptn. = punt(en); pw = per week; wkn. = week/weken

Tabel B.5. RCT's met studies naar het effect van beweeginterventies op de botmassa en overige uitkomstmaten bij populaties ouderen of postmenopauzale vrouwen.

studie	kenmerken beweeginterventie					uitkomsten	kwaliteit
	populatie en aantal studies	type activiteit	duur	frequentie en intensiteit	uitkomstmaten		
Arai et al. (2007) ⁵³	Japanese vrouwen (E: n = 86, C: n = 85)	E: beweegprogramma met oefeningen voor kracht en balans, flexibiliteit en dagelijkse oefeningen, zoals traplopen; intensiteit van de oefeningen was individueel bepaald C: educatieprogramma over gezondheid bij ouderen	3 mnd.	1,5 uur 2x pw: 10-15 min. warming-up en 10 min. coolingdown in 3 fasen: • conditioneringperiode: rek- en krachtoefeningen op lage intensiteit • verbeteringsperiode: krachtoefeningen op $\geq 60\%$ 1RM, werd verhoogd bij het uitvoeren van 2-3x 10 hh zonder veel moeite, daarnaast balansoefeningen • functionele periode: verdergaan met krachttraining en intensieve balustraining en functionele oefeningen	• falls self-efficacy: FES • statische balans: op 1 been staan • dynamische balans: FR • functionele balans: TUG • loopsnelheid: 10 m op een parcours van 16 m, maximale snelheid en voorkeursnelheid • flexibiliteit hamstrings: Sit and Reach test • spierkracht: handgrip en knie-extensie	• falls self-efficacy: FES: geen verbetering in E- en C-groep • statische balans: toename in C-groep • functionele balans: toename in E-groep • maximale loopsnelheid: afname in C-groep • flexibiliteit hamstrings: toename in E- en C-groep • handgrip: afname in E- en C-groep Er zijn geen verschillen gevonden tussen de groepen, behalve voor maximale loopsnelheid; omdat de groepen waren opgesplitst naar FES-score en omdat post-hocanalyses niet vermeld worden, is het niet duidelijk of de loopsnelheid tussen de E- en C-groep verschilde	A2
Asikainen et al. (2006) ⁵⁴	postmenopauzale vrouwen, van wie sommigen HRT gebruikten (E1: n = 46, E2: n = 43, C: n = 45)	snelwandelen krachttraining, balansoefeningen E1: alle oefeningen achter elkaar E2: als E1, maar wandelen verdeeld over 2 sessies C: voortzetting dagelijkse activiteiten plus 1x/mnd. voorlichting en wat rekoefeningen	15 wkn.	• 5 dgn. pw wandelen (300 kcal per dag en 65% van VO_{2max}) • 2x pw krachttraining in een serie van 10 hh (8 verschillende oefeningen voor armen, benen en romp, met dumbbells van 2-5 kg en lichaamsgewicht, 15-20 min.) • bij de krachttraining 2 stabalansoefeningen • rekoefeningen	• haalbaarheid volgens deelnemers • spierkracht: One-leg Squat test • balans: op 1 been staan • uithoudingsvermogen: 2 km looptest	• haalbaarheid volgens deelnemers: haalbaar volgens de meeste deelnemers (bijna 70%) • spierkracht: meer deelnemers haalden maximale score in E1- en E2- vs C-groep (OR = 4,1 en 4,6) • balans: aantal deelnemers met maximale score in E1-, E2- en C-groep gelijk • uithoudingsvermogen: verbetering in E1- (3,3%) en E2-groep (3,4%) vs C-groep	B
Audette et al. (2006) ⁵⁵	oudere inactieve vrouwen (TC: n = 11, BW: n = 8, C: n = 8)	TC: tai chi BW: snelwandelen C: voortzetting dagelijkse activiteiten NB: De controlegroep was niet-gerandomiseerd, maar wel gerekruteerd uit dezelfde populatie.	12 wkn.	• TC: 15-20 min. warming-up, 40-45 min. TC-oefeningen, in totaal 3 uur pw • BW: 15-20 min. warming-up, 40 min. lopen en 5 min. coolingdown, in totaal 3 uur pw; snelwandelen (50-70% van HR_{max}) olopend 10 naar 30 min.	• uithoudingsvermogen: VO_{2max}	• VO_{2max} : sign. toename in TC- vs C-groep • andere groepsverschillen waren niet sign.	B

studie	kenmerken beweginginterventie					uitkomsten	kwaliteit
	populatie en aantal studies	type activiteit	duur	frequentie en intensiteit	uitkomstmaten		
Baker et al. (2007) ⁵⁶	60-plussers (E: n = 20, C: n = 18)	E: krachttraining, aerobe training en balustraining C: geen interventie	10 wkn.	<ul style="list-style-type: none"> krachttraining 3 x pw 2x 8 hh tot 80% 1RM (knieflexie, knie-extensie, latissimus dorsi, chest press, seated row) 2 x pw 20 min. aerobe training (semi-recumbent stepping of fietsen, moderate intensity 11-14 RPE) 1 x pw balustraining met oplopende moeilijkheidsgraad, (statische en dynamische oefeningen) 	<ul style="list-style-type: none"> spierkracht, dynamisch: 1RM knieflexie, knie-extensie, latissimus dorsi, chest press, seated row, heup abductie, flexie en extensie, chair stand, climb uithoudingsvermogen: 6MWT statische balans: de moeilijkste taak die de deelnemer kon dynamische balans: tandem walk taken voorkeursnelheid lopen depressie: GDS fysieke activiteit 	<ul style="list-style-type: none"> spierkracht: heupflexie en -abductie en chestpress: toename in E-groep vs C-groep voor andere maten: geen verschil tussen E- en C-groep. 	A2
Beneka et al. (2005) ⁵⁷	inactieve ouderen (HI: n = 16, MI: n = 16, LI: n = 16, C: n = 16)	weerstandstraining van verschillende intensiteit: HI: 90% 1RM MI: 70% 1RM LI: 50% 1RM C: controlegroep	16 wkn.	<ul style="list-style-type: none"> 3x pw 45 min oefeningen: leg press, leg curl, leg extension 3 series: 12-14 hh bij 50% 1RM, 8-10 hh bij 70% 1RM of 4-6 hh bij 90% 1RM 5-10 min. warming-up: fietsen op 40% HR_{max} 	<ul style="list-style-type: none"> maximale isokineticische kracht van de knie-extensoren op verschillende snelheden in 60, 90, 120, 150 en 180 graden/s 	<ul style="list-style-type: none"> spierkracht: toename in alle interventiegroepen - grootste toename in kracht in de groep met de intensiefste training (sign.), met name op lage snelheden - meer toename bij mannen dan bij vrouwen, behalve bij de intensiefste training tijdens de test op lage snelheid 	B

studie	kenmerken beweeginterventie					uitkomsten	kwaliteit
	populatie en aantal studies	type activiteit	duur	frequentie en intensiteit	uitkomstmaten		
Beyer et al. (2007) ⁵⁸	oudere vrouwen met een positieve valgeschiedenis (E: n = 32, C: n = 33)	E: oefeningen voor kracht en balans C: geen interventie	6 mnd. + 6 mnd. follow-up	<ul style="list-style-type: none"> 2x pw 1 uur, waarvan 15 min. rekken en warming-up. krachtoefeningen: 70-75% 1RM (10RM); 3x 10 hh: leg extension, hip extension, plantairflexie enkel; dorsaalflexie enkel: maximaal 50 hh of 2x 30 hh balansoefeningen: oplopende intensiteit, zoals tandem stance en over een lijn lopen, later op verschillende ondergrond en in combinatie met manuele taken 	<ul style="list-style-type: none"> spierkracht: knie-extensoren, knieflexoren, flexoren en extensoren van de romp loopsnelheid: voorkeursnelheid en maximale loopsnelheid balans: BBS balance confidence: ABC fysieke activiteit: indeling in categorieën aantal vallers 	<ul style="list-style-type: none"> spierkracht: sign. verbetering direct na de training in E- vs C-groep w.b.: <ul style="list-style-type: none"> isometrische knie-extensiekracht (13,5 Nm; 3,3-23,7) isokinetische knieflexiekracht (7,2 Nm; 2,9-11,4 en 8,1 Nm; 8,4-12,8) spierkracht rompflexoren (55 N; 23-87) en -extensoren (78 N; 45-111) loopsnelheid: sign. verbetering direct na de training in E- vs C-groep w.b.: <ul style="list-style-type: none"> voorkeursnelheid (0,11m/s; 0,04-0,17) max. loopsnelheid (0,13m/s; 0,07-0,19) balans: sign. verbetering direct na de training in E- vs C-groep (1,98 ptn.; 0,85-3,10) balance confidence, andere krachttests, fysieke activiteit en aantal vallers: geen verschillen <p>na 6 mnd. follow-up waren de groepsverschillen nog aanwezig, met een hogere balance confidence in E- vs C-groep</p>	A2
Bogaerts et al. (2007) ⁵⁹	gezonde niet-sportende ouderen (WBV: n = 94, FIT: n = 60, C: n = 66)	WBV: whole body vibration met oefeningen voor kracht en balans FIT: fitness met cardio-, balans- en krachttraining, stretching C: normale leefstijl	1 jr.	<ul style="list-style-type: none"> WBV: 3x pw 40 min. (squat, deep squat, wide stance squat, toes-stand, toes-stand deep, one-legged squat, lunge, toenemende moeilijkheid qua balans) FIT: 3x pw 1,5 uur: <ul style="list-style-type: none"> cardio: 70-85% HR_{reserve}; lopen, rennen, fietsen of steps kracht: 1-2 series op 8-15RM; oefeningen voor hele lichaam balans: o.a. staan op 1 been en op onregelmatige ondergrond 	<ul style="list-style-type: none"> balans met posturografie: <ul style="list-style-type: none"> sensory organisation test (tegenstrijdige visuele, proprioceptieve en vestibulaire informatie) motor control test: coördinatie van automatische bewegingen op een bewegend platform adaptatie van motorisch systeem bij rotatie van een platform (tenen omhoog of omlaag) 	<ul style="list-style-type: none"> sensory organisation test en motor control test: geen verschillen tussen de groepen adaptatietest: sign. verbetering in WBV-vs. C-groep <p>NB: Op de sensory organisation test was de uitvoering op de moeilijkste taak verbeterd in de FIT- en de WBV-groep, maar er is geen between-groupvergelijking gedaan.</p>	B

studie	kenmerken beweginginterventie					uitkomsten	kwaliteit
	populatie en aantal studies	type activiteit	duur	frequentie en intensiteit	uitkomstmaten		
Bogaerts et al. (2007) ⁶⁰	een subgroep mannen uit Bogaerts (2007) ⁵⁹ (WBV: n = 31, FIT: n = 30, C: n = 36)	zie Bogaerts (2007) ⁵⁹	1 jr.	<ul style="list-style-type: none"> • zie Bogaerts (2007)⁵⁹ 	<ul style="list-style-type: none"> • quadricepskracht: <ul style="list-style-type: none"> - isometrische knie-extensiekracht - explosieve kracht (d.m.v. countermovement jump) • spiermassa van bovenbeen 	<ul style="list-style-type: none"> • alle uitkomstmaten sign. verbetering in WBV- en FIT-groepen vs C-groep (WBV en FIT-groep: geen verschil) 	B
Borer et al. (2007) ⁶¹	gezonde postmenopauzale vrouwen (HI: n = 25, LI: n = 24)	HI: wandelen op 62% van de VO _{2max} LI: wandelen op 88% van de VO _{2max}	30 wkn.	<ul style="list-style-type: none"> • 5 dgn. pw. 4,8 km; intensiteit verschildte per groep <p>Achteraf bleek dat deelnemers gemiddeld 3-4x pw de opgegeven afstand hadden gelopen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • BMD: total body, wervelkolom, arm, pelvis, benen • total bone mineral content • vetvrij lichaamsgewicht: total body, armen, benen • markers voor botaanmaak 	<ul style="list-style-type: none"> • BMD total body: na 15 wkn. meer toename in HI- (0,40%; 0,005 g/cm²) vs LI-groep (-1,30%; 0,010 g/cm²) in een subgroep van 25 deelnemers • BMD total body en benen: na 30 wkn. sign. effect • vetvrij lichaamsgewicht: na 30 wkn. toename in de benen in HI- vs LI-groep • markers voor botaanmaak: geen sign. effect <p>De drempel voor toename van BMD ligt op een intensiteit $\geq 74\%$ van de VO_{2max}, 82,3% van de maximale hartfrequentie, een loopsnelheid van $\geq 6,14$ km/uur en een belasting van 1,22x het lichaamsgewicht.</p>	B
Bottaro et al. (2007) ⁶²	oudere inactieve mannen (PT: n = 11, RT: n = 9)	PT: power training = explosieve krachttraining RT: weerstandstraining	10 wkn.	<ul style="list-style-type: none"> • 2x pw horizontal leg press, knee extension, knee flexion, chest press, seated row, elbow extension, elbow flexion • 3 series van 8-10 hh, 40-60% van het 1RM 	<ul style="list-style-type: none"> • spierkracht: 1RM chest press en leg press • power: kracht x snelheid, chest press en leg press • functionele kracht: chair stand test en arm curl • functionele balans: 8ft-Up-and-Go (soort TUG) 	<ul style="list-style-type: none"> • spierkracht: geen verschillen tussen de groepen (1RM) • power: sign. meer power in PT-vs RT-groep op de leg press (31,00 vs 7,82%) en chest press (36,94 vs 13,21%) • functionele balans: sign. hogere scores in de PT- vs RT-groep (15,31 vs 0,80%) • functionele kracht: sign. hogere scores in de PT- vs RT-groep <ul style="list-style-type: none"> - chair stand (42,84 vs 6,05%) - arm curl (50,26 vs 2,80%) 	B

studie	kenmerken beweeginterventie					uitkomsten	kwaliteit
	populatie en aantal studies	type activiteit	duur	frequentie en intensiteit	uitkomstmaten		
De Bruin et al. (2007) ⁶³	70-plussers (E: n = 16, C: n = 16)	COMB: krachttraining + functionele balustraining RT: krachttraining	12 wkn.	<ul style="list-style-type: none"> 45 min. 2x pw kracht-oefeningen voor de beenspieren: eerste 6 wk: 1 serie 15 hh op 50% 1RM, 1 serie 8-12 hh op 8-12RM; tweede 6 wk toenemende intensiteit en meer series (tot 3) COMB: 30 min. 1x pw balansoefeningen met toenemende intensiteit 1-2 series van 4-10 verschillende dynamische oefeningen 	<ul style="list-style-type: none"> balans: Tinetti* balance, dynamische en statische posturografie looppatroon: Tinetti* Gait functionele balans en kracht: tandem stand, chair stand, loopsnelheid maximale isometrische kracht knie-extensoren 	<ul style="list-style-type: none"> balansscore (Tinetti*): verbetering in COMB-groep vs RT-groep dynamische balans: verbetering in COMB- vs RT-groep (ES = 0,5) statische balans: geen effect functionele tests: geen sign. groepsverschillen, behalve voor de chair stand (meer verbetering in COMB-vs RT-groep) maximale isometrische kracht knie-extensoren: toename in beide groepen, maar geen verschillen tussen de groepen 	A2
Bruyere et al. (2005) ⁶⁴	verpleeghuisbewoners (E: n = 22, C: n = 20)	E: fysiotherapie met vibratietraining C: alleen fysiotherapie	6 wkn.	<ul style="list-style-type: none"> vibratietraining: 3x pw, 4 series van 1 min. op 10-26 Hz fysiotherapie bestond uit oefeningen voor kracht, balans, transfers en lopen 3x pw 10 min. 	<ul style="list-style-type: none"> balans/lopen: Tinetti Gait and Balance* functionele mobiliteit/balans: TUG kwaliteit van leven: SF-36 	<ul style="list-style-type: none"> balans/lopen: verbetering balans (3,5 ± 2,1 ptn. vs -0,03 ± 1,2 ptn.) en beter lopen (2,4 ± 2,3 ptn. vs geen verschil) in E- vs C-groep functionele mobiliteit/balans: meer verbetering in E- (-11,0 s ± 8,6) vs C-groep (+2,6 s ± 8,8) kwaliteit van leven: meer verbetering in E-groep vs C-groep (op 8 van de 9 items) 	B
Bunout et al. (2006) ⁶⁵	Chileense vrouwen met vitamine-D-deficiëntie (E: n = 48, C: n = 48)	E: weerstandstraining training, aerobe training en balansoefeningen C: geen beweeginterventie in beide groepen werd ook gerandomiseerd voor vitamine D; alle deelnemers kregen calcium-suppletie	9 mnd.	<ul style="list-style-type: none"> 2x pw 1,5 uur krachttraining: chair stands en squats (3 niveaus van 5x 10 hh), steps (3 niveaus van 10x 10 hh), arm pull-up met weerstand (6x 15 hh) balansoefeningen: tandem walking met oplopende moeilijkheid 2x15 min. aerobe training: stevig doorlopen zonder kortademigheid 	<ul style="list-style-type: none"> BMD: femurhals en LWK spierkracht: handgrip en quadricepskracht (1RM) uithoudingsvermogen: 12MWT fysieke fitheid/ functionele balans: TUG en short physical performance test statische balans: posturografie 	<ul style="list-style-type: none"> BMD: geen effect quadricepskracht en short physical performance: positief sign. trainings-effect overige uitkomstmaten: geen effect 	A2
Chan et al. (2004) ⁶⁶	Chinese inactieve postmenopauzale vrouwen (E: n = 67, C: n = 65)	E: tai chi C: geen interventie	12 mnd.	<ul style="list-style-type: none"> 5x pw, 50 min. 	<ul style="list-style-type: none"> BMD LWK, femurhals, trochanter BMD (pQCT) ultradistale tibia (trabeculair, corticaal, totaal) 	<ul style="list-style-type: none"> geen groepsverschillen in femur en LWK BMD tibia: minder achteruitgang in E- vs C-groep: <ul style="list-style-type: none"> corticaal (-0,39% ± 1,49 vs -1,40% ± 1,38) trabeculair (0,53% ± 1,49 vs 1,46% ± 1,84) 	B

studie	kenmerken beweeginterventie					uitkomsten	kwaliteit
	populatie en aantal studies	type activiteit	duur	frequentie en intensiteit	uitkomstmaten		
Cheung et al. (2007) ⁶⁷	gezonde vrouwen > 60 jr. (WBV: n = 50, C: n = 25)	WBV: whole body vibration C: normale lichamelijke activiteit	3 mnd.	• 3x pw 3 min. staan op een vibratieplatform met 20 Hz	• dynamische posturografie: reactietijd, bewegingssnelheid, maximale bewegingsuitslagen en precisie van bewegingen in verschillende richtingen • balans: FR	• bewegingssnelheid en precisie van de beweging op het krachtenplatform: meer verbetering in WBV- dan in C-groep • andere uitkomstmaten: geen sign. groepsverschillen	B
Cheng et al. (2002) ⁶⁸	postmenopauzale gezonde vrouwen (E: n = 40, C: n = 40) in beide groepen werd tevens gerandomiseerd voor HRT	E: programma met high-impactoefeningen en krachtoefeningen C: normale fysieke activiteiten	12 mnd.	• 2x pw supervisie, 4x pw thuis • begeleidde sessies: 10 min. warming-up en rekken, high-impact aerobic dancing afgewisseld met circuittraining, ook met springen krachtoefeningen voor het bovenlichaam • huiswerk oefeningen: springen en krachtoefeningen voor de romp	• BMD: proximale femur, midfemur, proximale tibia en tibia-schacht • massatraagheidsmoment/botsterkte (I_{min} , I_{max} , I_{polar}) • bone mass distribution	• BMD: geen effect van de inspanning • massatraagheidsmoment: I_{max} en I_{polar} proximale tibia sign. verbetering in E- vs C-groep (= behoud van botmassa proximale tibia in E-groep) NB: Slechts 52 van de 80 deelnemers ronden de studie af.	B
Chilibeck et al. (2002) ⁶⁹	gezonde postmenopauzale vrouwen (E: n = 29, C: n = 28) tevens werd gerandomiseerd voor bisfosfonaten	E: krachttraining: bench press, latissimus dorsi pull down, shoulder press, biceps curl, back extension, hip extension, hip flexion, hip adduction, hip abduction, knee flexion, knee extension, leg press C: geen fysieke training	12 mnd.	• 3x pw met 5 min. warming-up • krachtoefeningen 2 sets van 8-10 hh • 70% van 1RM en 10RM	• BMD: LWK, total hip, femurhals, trochanter, ward's triangle, gehele lichaam • BMC: total body • vetvrije massa en vetmassa • spierkracht: 1RM bench press en leg press • fysieke activiteit: indeling in categorieën	• BMD en BMC: geen effect • spierkracht: sign. verbetering (bench press: $91,6\% \pm 26,4$ vs $1,3\% \pm 6,6$; leg press $36,7\% \pm 7,3$ vs $8,1\% \pm 3,3$) • vetvrije massa en vetmassa: toename resp. afname in E- vs C-groep • fysieke activiteit: geen effect buiten het programma om	A2

studie	kenmerken beweeginterventie					uitkomsten	kwaliteit
	populatie en aantal studies	type activiteit	duur	frequentie en intensiteit	uitkomstmaten		
Chubak et al. (2006) ⁷⁰	inactieve postmenopauzale vrouwen met overgewicht (E: n = 87, C: n = 86)	E: matige aerobe inspanning (lopen, fietsen aerobics) en krachtoefeningen (leg extension, leg curl, leg press, chest press, seated dumbbell row) C: rekken	12 mnd.	<ul style="list-style-type: none"> • 3x pw met 5 min. warming-up • krachtoefeningen 2 sets van 8-10 hh • 70% van 1RM en 10RM • 5x pw (eerst 16 min., later 45 min.), waarvan 1-3x onder begeleiding • aerobe training tot 60-75% HR_{max} in wk. 8 • krachttraining: per spiergroep 2 series van 10 hh (armen en benen) • controlegroep: 1x pw 45 min. rekken, advies om de andere lichamelijke activiteiten niet te veranderen 	<ul style="list-style-type: none"> • BMD/BMC: total body • lichaamssamenstelling • uithoudingsvermogen: VO_{2max} 	<ul style="list-style-type: none"> • BMD, BMC en lean body mass: geen sign. groepsverschillen • lichaamssamenstelling: gewichtsverlies in E- vs C-groep • uithoudingsvermogen: sign. meer toename in de E- vs C-groep (11,7% vs 0,7%) 	B
Di-Francisco Donoghue et al. (2007) ⁷¹	gezonde ouderen (E1: n = 9, E2, n = 9)	E1: krachttraining: 1x pw E2: krachttraining 2x pw	9 wkn.	<ul style="list-style-type: none"> • 1 of 2x pw • 1 serie op 75% 1RM tot uitputting (10-15 hh) • 5 min. warming-up • oefeningen: leg press, leg extension, leg curl, chest fly, arm curl, seated dip 	<ul style="list-style-type: none"> • spierkracht (1RM): leg press, leg extension, leg curl, chest fly, arm curl, seated dip 	<ul style="list-style-type: none"> • spierkracht: <ul style="list-style-type: none"> - op alle oefeningen verbetering in de tijd in beide groepen - geen verschil tussen de groepen 	B
Donat et al. (2007) ⁷²	ouderen met een verhoogd valrisico (SE: n = 21, UE: n = 21)	SE: begeleid programma UE: dezelfde oefeningen thuis oefeningen voor: kracht, balans, houding, flexibiliteit en functionele oefeningen alle deelnemers moesten 10 min./dag wandelen	8 wkn.	<ul style="list-style-type: none"> • 3x pw 45-50 min., waarvan 5 min. warming-up en 5 min. coolingdown <p>oefeningen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • houding: in zit oefeningen met schouder en nek • balans: o.a. weight-shifting en tandem stance • functioneel: opstaan, reiken • lopen: o.a. tandem walk en achteruit lopen • rekken: benen • kracht: onderste extremiteit 	<ul style="list-style-type: none"> • valangst: VAS • quadricepskracht: dynamometer • flexibiliteit: sit-and-reach test • functionele mobiliteit/balans: TUG • balans: op 1 been staan, tandem standing, BBS • proprioceptie: kniepositiezin 	<ul style="list-style-type: none"> • valangst: geen verschillen in beide groepen • kracht: verbetering in SE-groep, niet in UE-groep • balans: verbetering in beide groepen • functionele mobiliteit/balans: verbetering in beide groepen; • flexibiliteit: verbetering in beide groepen • proprioceptie: verbetering in SE-groep, niet in UE-groep • in SE werd meer gewandeld dan in UE <p>NB: Er zijn geen between-group analyses gedaan, uitgezonderd voor de baselinegegevens en de compliance.</p>	B
Ebrahim et al. (1997) ⁷³	postmenopauzale vrouwen met onderarmfracturen (E: n = 81, C: n = 84)	E: snelwandelen C: oefeningen voor de bovenste extremiteit	2 jr.	<ul style="list-style-type: none"> • E: 3x pw 40 min. 	<ul style="list-style-type: none"> • valincidentie • BMD: LWK en heup • aantal vertebrale fracturen • handgrip kracht en beenspierkracht • uithoudingsvermogen: step test 	<ul style="list-style-type: none"> • hogere valincidentie in E- vs C-groep • geen significant groepsverschil voor BMD, vertebrale fracturen, spierkracht en uithoudingsvermogen 	B

studie	kenmerken beweginginterventie					uitkomsten	kwaliteit
	populatie en aantal studies	type activiteit	duur	frequentie en intensiteit	uitkomstmaten		
Englund et al. (2005) ⁷⁴	oudere vrouwen (E: n = 24, C: n = 24)	E: bewegprogramma met gewichtsdragende oefeningen; er waren oefeningen voor kracht, balans, uithoudingsvermogen en coördinatie C: voortzetting dagelijkse activiteiten	12 mnd.	<ul style="list-style-type: none"> • 2x pw 50 min. • 10 min. warming-up en 11 min. coolingdown • aerobe oefeningen (10 min: wandelen of joggen en steps) • kracht (12 min.): benen en romp met lichaamsgewicht, armen met dumbbells (2x 8-12 hh) • balans/coördinatie (5 min.): o.a. op 1 been staan of stapoefeningen, oplopende intensiteit 	<ul style="list-style-type: none"> • BMD: total body, armen, femurhals, trochanter, Ward's triangle, LWK • lichaamssamenstelling • lichamelijke activiteit • spierkracht: knie-extensie, handgrip • maximale wandelsnelheid: 30 m • balans: op 1 been staan, BBS 	<ul style="list-style-type: none"> • BMD: sign. verbetering in Ward's triangle in E- vs C-groep (+5,3% vs -3,1%) • lichamelijke activiteit buiten het beweegprogramma om: geen verschillen tussen de groepen • spierkracht: handgripkracht meer toename in E- vs C-groep (7,4% vs -2,5%) • maximale wandelsnelheid: toename in E- vs C-groep (15,3% vs 3,9%) • overige uitkomstmaten: geen effect 	B
Evans et al. (2007) ⁷⁵	postmenopauzale vrouwen (E: n = 33, C: n = 28) tevens werd gerandomiseerd voor soja en melkproteïnen	E: aerobe inspanningsvorm naar keuze (lopen, fietsen, roeien, traplopen) C: geen interventie	9 mnd.	<ul style="list-style-type: none"> • 3x pw oplopend tot 45 min. • intensiteit oplopend van 55-60% VO_{2peak} tot 75-80% VO_{2peak} 	<ul style="list-style-type: none"> • uithoudingsvermogen: VO_{2peak} • lichaamssamenstelling • BMD: total body, LWK, proximale femur, femurhals, trochanter, intertrochanter gebied • markers voor 'bone turnover' 	<ul style="list-style-type: none"> • uithoudingsvermogen: hogere VO_{2peak} in E- vs C-groep (12,2% vs -5,7%, p < 0,001) • vetvrij lichaamsgewicht: afname in E- vs C-groep • BMD: geen effect • marker voor botresorptie (S-CTX): minder verlaging in E- vs C-groep 	A2
Faber et al. (2006) ⁷⁶	(pre)fragiele ouderen (FW: n = 80, IB: n = 94, C: n = 104)	FW: functional walking programma gericht op het verbeteren van balans, mobiliteit en transfers IB: in balance programma gericht op het verbeteren van balans en perifere feedback; afgeleid van tai chi C: voortzetting normale fysieke activiteiten beide programma's bevatten oefeningen ter verbetering van balans en functionele kracht-oefeningen	20 wkn. met 52 wkn. follow-up	<ul style="list-style-type: none"> • 1x pw gedurende de eerste 4 wkn. en 2x pw gedurende de rest van de programma's • 90 min., waarvan 30 min. sociale bezigheden • FW: veelal functionele oefeningen met oplopende intensiteit gericht op balans, mobiliteit en transfers • IB: tai chi gericht op somatosensore feedback, ROM van de enkel en proprioceptie, maar ook een onderdeel functionele oefeningen 	<ul style="list-style-type: none"> • valincidentie • mobiliteit: POMA (testbatterij met onderdelen voor balans en looppatroon) • fysiek functioneren: loop-snelheid, Timed Chair Stand test, TUG, FICSIT-4 balance test (er werd 1 totaal-score berekend) • functionele beperkingen in adl: GARS 	<ul style="list-style-type: none"> • valincidentie: <ul style="list-style-type: none"> - valrisico fragiele ouderen verhoogd (HR = 2,95; 1,64-5,32) - valrisico prefragiele ouderen na 11 wkn. verlaagd (HR = 0,39; 0,18-0,88) • fysiek functioneren: <ul style="list-style-type: none"> - na beweegprogramma verminderd bij fragiele ouderen (-0,7ptn.; -1,3-0,0) - bij prefragiele ouderen verbeterd na beweegprogramma: (0,7ptn.; 0,3-1,2) • mobiliteit: bij prefragiele ouderen verbeterd na beweegprogramma (1,2pt; 0,5-1,8) • functionele adl-beperkingen: geen effecten <p>NB: De twee interventiegroepen zijn als 1 groep geanalyseerd; de auteurs stelden dat beide interventies vergelijkbare effecten hadden.</p>	B

studie	kenmerken beweeginterventie					uitkomsten	kwaliteit
	populatie en aantal studies	type activiteit	duur	frequentie en intensiteit	uitkomstmaten		
Fahlman et al. (2007) ⁷⁷	ouderen met functionele beperkingen (CT: n = 37, RT: n = 39, CO: n = 33)	CT: combinatie-training met weerstandstraining en aerobe training RT: weerstandstraining CO: controle-groep zonder interventie	16 wkn.	<ul style="list-style-type: none"> aerobe oefeningen: lopen beginnend bij 10 en eindigend bij 20 min. weerstandstraining: 13 verschillende kracht-oefeningen van armen, benen en romp van 1x10 hh naar 2x12 hh beide groepen 3x pw 	<ul style="list-style-type: none"> functionele tests: traplopen, 6 min. wandelen, vanuit stand gaan liggen en andersom spierkracht: biceps curl, knie- en elleboogflexie en -extensie, opstaan uit een stoel kwaliteit van leven: MOS-36 (onderdeel fysiek functioneren) 	<ul style="list-style-type: none"> functionele tests: <ul style="list-style-type: none"> trap oplopen: meer verbetering in CT- dan in CO-groep (-17,2 s vs -8,2 s) overige functionele tests: geen groepsverschillen spierkracht: verbetering CT en RT vs CO-groep <ul style="list-style-type: none"> biceps curl: (CT: 30,2%; RT: 29,1%; CO: 13,4%) elleboogextensie (CT: 5,6%; RT: 7%; CO: -7,2%) opstaan uit stoel (CT: 26,9%; RT: 30,6%; CO: 13,3%) elleboog- en knieflexie en -extensie: geen verschillen kwaliteit van leven: geen verschillen 	B
Freiberger et al. (2007) ⁷⁸	gezonde, fysiek actieve ouderen (PT: n = 65, FT: n = 69, CO: n = 83)	PM: psychomotorische training (krachtoefeningen (20%), balansttraining (20%), motorische coördinatie (30%), competentietraining (15%) en perceptietraining (15%)) FT: fitness (kracht en flexibiliteit (33%), balans en motorische coördinatie (33%) en duurtraining (33%)) CO: geen interventie	16 wkn. en 12 mnd. follow-up	<ul style="list-style-type: none"> beide interventies 2x pw 1 uur met de opdracht om dagelijks thuis oefeningen te doen 	<ul style="list-style-type: none"> balans: TUG maximale stapgrootte spierkracht: sit-to-stand test loopsnelheid valincidentie tijdens 12 mnd. follow-up 	<ul style="list-style-type: none"> balans: verbetering in FT en PM- vs CO-groep na 4 mnd. <ul style="list-style-type: none"> TUG: PM: 27,1 s en FT: 25,7 s vs CO: 29,8 s (FT- scoorde beter dan PM-groep) spierkracht: beter in PM: 11,3 s en FT: 11,1 s vs CO 13,4 s maximale stapgrootte: geen groepsverschillen loopsnelheid: geen groepsverschillen valincidentie: <ul style="list-style-type: none"> FT-groep: 23% minder vellers dan CO-groep (RR = 0,77; 0,60-0,97) multi-pele vellers en valincidentie: geen sign. verschillen geen verschillen tussen de PM- en CO-groep 	A2

studie	kenmerken beweeginterventie					uitkomsten	kwaliteit
	populatie en aantal studies	type activiteit	duur	frequentie en intensiteit	uitkomstmaten		
Galvao et al. (2005) ⁷⁹	gezonde ouderen (1S: n = 16, 3S: n = 16)	weerstandstraining 1S: 1 serie per keer 3S: 3 series per keer oefeningen: chest press, triceps extension, seated row, biceps curl, leg curl, leg press, leg extension	• 2x pw met een intensiteit van 8RM	• 2x pw met een intensiteit van 8RM	<ul style="list-style-type: none"> dynamische spierkracht: chest press, triceps extension, seated row, biceps curl, leg curl, leg press, leg extension isometrische en isokinetische kracht van de knie-extensoren krachtuithoudingsvermogen: chest press en leg press fysieke tests: chair rise, 6 m lopen (vooruit en achteruit), floor rise, stair climb, 400 m lopen 	<ul style="list-style-type: none"> spierkracht: meer toename in 3S- vs 1S-groep w.b. seated row: (9,7% vs 4,1%), triceps extension (6,7% vs 3,2%) en leg extension (17,4 vs 9,4) krachtuithoudingsvermogen: meer toename in 3S- vs 1S-groep w.b. chest press (44,3% vs 10,4%) en leg press (60,5% vs -10,2%) isometrische en isokinetische spierkracht: geen groepsverschillen fysieke tests: <ul style="list-style-type: none"> - 6 meter achteruitlopen, stair climb, 400 m lopen: verbetering in 1S en 3S, waarvan alleen de laatste test sign. was (-7,4 s vs -3,8 s, 3S beter dan 1S) 	B
Going et al. (2003) ⁸⁰	postmenopauzale vrouwen met en zonder HRT en met calciumrepletie (E: n = 177, C: n = 143) alle vrouwen kregen extra calcium	E: aerobe oefeningen, balansoefeningen, kracht-oefeningen, impactoefeningen, oefeningen met verzwaarde vesten C: voortzetting normale lichamelijke activiteiten	12 mnd.	<ul style="list-style-type: none"> 3x pw krachtoefeningen: leg press, squat, lat. pulldown, lateral row, back extension, dumbbell press, rotary torso op 70-80% van 1RM, 2x 6-8 hh oefeningen voor balans en flexibiliteit en oefeningen met therabands gewichtsdragende aerobe oefeningen: 10 min. tijdens de warming-up en later nog 20-25 min.; de oefeningen werden opgebouwd van lopen tot joggen, steps en springen met verzwaarde vesten met een intensiteit van 60% van de HR_{max} 	<ul style="list-style-type: none"> BMD: total body, femurhals, trochanter, LWK isokinetische spierkracht: flexoren en extensoren van de knie, heup en rug 	<ul style="list-style-type: none"> spierkracht: toename in E-groep; in C-groep alleen die van de rugextensoren (geen between-groepvergelijking) BMD trochanter en femurhals: positief effect na correctie voor covariabelen 	B
Gusi et al. (2006) ⁸¹	postmenopauzale vrouwen (WBV: n = 18 WA: n = 18)	WBV: vibratietraining WA: wandelen	8 mnd.	<ul style="list-style-type: none"> beide groepen 3x pw vibratietraining: 3-6x 1 min. met gebogen knieën met daartussen 1 minuut rust; 10 min. warming-up wandelen: sessies van 1 uur, waarvan 2x5 min. rekken 	<ul style="list-style-type: none"> BMD: femurhals, trochanter, Ward's triangle, LWK balans: op 1 been staan met de ogen dicht BMI 	<ul style="list-style-type: none"> BMD femurhals: toename in WBV- vs WA-groep (4,3%); andere BMD-maten geen sign. groepsverschillen balans: verbeterd in WBV- vs WA-groep (29%) BMI: meer afname in WBV- dan in WA-groep 	B

studie	kenmerken beweeginterventie					uitkomsten	kwaliteit
	populatie en aantal studies	type activiteit	duur	frequentie en intensiteit	uitkomstmaten		
Henwood et al. (2006) ⁸²	gezonde ouderen (HV: n = 23, CT: n = 22, CB: n = 22, C: n = 22) NB: De CB- en CO-groep bestaan uit dezelfde personen, gemeten in 2 verschillende perioden.	weerstandstraining van armen en benen: HV: hoge snelheid CT: lage snelheid CB: hoge snelheid 1x pw, functionele krachtoefeningen 1x pw C: geen interventie	8 wkn.	<ul style="list-style-type: none"> 2x pw 1 uur, waarvan 10 min. warming-up met rekken en oefeningen voor buik- en rugspieren krachtoefeningen: chest press, supported row, biceps curl, leg press, leg curl, leg extension eerste 2 wkn.: krachtoefeningen 3x8 hh op 65-70% van 1RM. wk 3-8: HV en CB: 3x8 hh 45, 60 en 75% van 1RM; CT: 3x8 hh op 75% van 1RM CB: 3x5-10 hh van functionele krachtoefeningen: fit-ball squats, chair rise, stair climb, calf raise, chair dip, lateral shoulder exercise 	<ul style="list-style-type: none"> spierkracht: 1RM van chest press, supported row, biceps curl, leg press, leg curl, leg extension functionele tests: floor rise, 6 m lopen, chair rise, FR, traplopen, achteruitlopen, 400 m lopen 	<ul style="list-style-type: none"> spierkracht: verbetering in E-groepen vs C-groep, behalve op de chest press <ul style="list-style-type: none"> supported row: in CB-groep beter dan in HV-groep biceps curl: alleen verbetering in CB- en CT-groep leg press: alleen verbetering in HV-groep functionele tests: <ul style="list-style-type: none"> chair rise: verbetering in HV- vs C-groep (10,5 s ± 0,3 vs 12,0 s ± 0,3) overige functionele tests: geen sign. groepsverschillen 	B
Kalapotharakos et al. (2006) ⁸³	gezonde inactieve ouderen (E: n = 12, C: n = 10)	E: aerobe training op de loopband C: geen interventie	12 wkn.	<ul style="list-style-type: none"> 3x pw 5 min. warming-up, 5 min. coolingdown aerobe training van 20 min. op 50% van HR_{max} tot 40 min. op 80% van HR_{max} 	<ul style="list-style-type: none"> fysiek functioneren: 6MWT, chair rise spierkracht: 1RM knie-extensoren en flexoren reactietijd 	<ul style="list-style-type: none"> fysiek functioneren: <ul style="list-style-type: none"> 6MWT: sign. verbetering in E- vs C-groep (17% vs geen verbetering) chair rise test: sign. verbetering in E- vs C-groep (8% vs geen verschil) spierkracht knieflexie- en knie-extensiekracht: sign. verbetering in E- vs C-groep (12% resp. 19% vs geen verbetering) reactietijd sign. verbetering in E- vs C-groep (20% vs geen verbetering) 	B
Kalapotharakos et al. (2005) ⁸⁴	inactieve oudere vrouwen (E: n = 9, C: n = 8)	E: weerstandstraining C: geen interventie	12 wkn.	<ul style="list-style-type: none"> 3x pw 10 min. warming-up, 5 min. coolingdown oefeningen: leg extension, chest press, leg curl, latissimus pull-down, arm curl, triceps extension; 3x8 hh op 80% van 1RM oefeningen voor buik en rug: 3x 12-20 hh 	<ul style="list-style-type: none"> spierkracht: 1RM knie-extensoren en flexoren spronghoogte: squat jump en countermovement jump chair rise 	<ul style="list-style-type: none"> spierkracht: sign. verbetering in E- vs C-groep (68,9% vs geen verbetering) spronghoogte: <ul style="list-style-type: none"> squat jump: sign. verbetering in E- vs C-groep (24,5% vs geen verbetering) countermovement jump: sign. verbetering in E- vs C-groep (21,7% vs geen verbetering) chair rise: sign. verbetering in E- vs C-groep (13% vs geen verbetering) 	B

studie	kenmerken beweeginterventie					uitkomsten	kwaliteit
	populatie en aantal studies	type activiteit	duur	frequentie en intensiteit	uitkomstmaten		
Karinkanta et al. (2007) ⁸⁵ NB: Er waren complicaties bij 14 van de 149 vrouwen.	gezonde oudere vrouwen zonder osteoporose (RES: n = 37, BAL: n = 37, COMB: n = 38, CON: n = 37)	RES: weerstandstraining BAL: balance jumping COMB: combinatie CON: voortzetting dagelijkse activiteiten	1 jr.	<ul style="list-style-type: none"> • 3x pw 40-50 min., waarvan 7-10 min. warming-up en 8-10 min. coolingdown • RES: van 2x10-15 hh op 50-60% 1RM tot 3x8-10 hh op 75-80% 1RM • oefeningen: chair rise met verzwaard vest, squat, leg press, hip abduction/extension, calf raise, roeien • BAL: aerobics en step aerobics met dynamische balans- en behendigheidsoefeningen, impactoefeningen (springen) en oefeningen met richtingsveranderingen • COMB: de ene wk. RES, de andere wk. BAL 	<ul style="list-style-type: none"> • dynamische balans: achtjes lopen • spierkracht: extensie benen • fysiek functioneren / kwaliteit van leven: SF-36 • BMD/BMC / section modulus: femurhals • pQCT: radius en tibia 	<ul style="list-style-type: none"> • balans: meer toename in BAL- en COMB- vs CON-groep (BAL: 6%; 1-11 en COMB: 8%; 3-12) • spierkracht: meer toename in RES- en COMB- vs CON-groep (RES: 14%; 4-25 en COMB: 13%; 2-25) • fysiek functioneren: verbetering in COMB- vs CON-groep (10%; 0-22) • section modulus femurhals: verbetering in RES- vs COMB-groep (5%; 0-9%) • Bone Strength Index van de tibia-schacht minder afgenomen in COMB- vs CON-groep (2%; 0-4) 	B
Klentrou et al. (2007) ⁸⁶	postmenopauzale vrouwen zonder medicatie met effect op botmetabolisme (E: n = 9, C: n = 9)	E: training met verzwaarde vesten C: geen interventie	12 wkn.	<ul style="list-style-type: none"> • 3x pw 65 min., waarvan 5 min. warming-up en 5 min. coolingdown • 20 min. lopen op 75% van HRmax • 15 min. krachttraining benen: 3x 10 hh squat, lunge, leg lift, calf raise • 5 min. krachttraining romp: 10 hh crunch, back extension • 15 min. balansoefeningen op wobble board • gewicht van de vesten: oplopend van 3-15% van het lichaamsgewicht 	<ul style="list-style-type: none"> • lichaamssamenstelling • markers voor botmetabolisme • isokinetische spierkracht: dorsaal- en plantairflexie van de enkel, flexie en extensie van de knie 	<ul style="list-style-type: none"> • lichaamssamenstelling: afname vetpercentage en toename vetvrije massa in E- vs C-groep • marker voor botafbraak: concentratie afgenomen in E- vs C-groep • isokinetische spierkracht: toename kracht plantairflexoren enkel in E- (40%) vs C-groep 	B
Li et al. (2004) ⁸⁷	inactieve ouderen E: n = 125, C: n = 131	E: tai chi C: rekken (placebo-interventie)	6 mnd. en 6 mnd. follow-up	<ul style="list-style-type: none"> • 3 uur pw • tai chi: warming-up en coolingdown van 5-10 min. en 30 min. tai chi met daarin gewichtverplaatsing, houding- en coördinatieoefeningen 	<ul style="list-style-type: none"> • balans: BBS, DGI, FR • valincidentie 	<ul style="list-style-type: none"> • balans: <ul style="list-style-type: none"> - tijdens interventieperiode: verbetering op alle uitkomstmaten in E- vs C-groep (BBS OR: 0,27; 0,07-0,97; DGI OR: 0,27; 0,09-0,87; FR OR: 0,20; 0,05-0,82) - tijdens follow-up: achteruitgang in E-groep langzamer dan in C-groep • valincidentie tijdens de follow-up: sign. minder vellers in E- vs C-groep (25/95 vs 68/93) 	B

studie	kenmerken beweeginterventie					uitkomsten	kwaliteit
	populatie en aantal studies	type activiteit	duur	frequentie en intensiteit	uitkomstmaten		
Li et al. (2005) ⁸⁸	zie Li et al. (2004) ⁸⁷	zie Li et al. (2004) ⁸⁷	6 mnd.	<ul style="list-style-type: none"> zie Li et al. (2004)⁸⁷ 	<ul style="list-style-type: none"> balans: BBS, DGI, FR, one leg standing, TUG valincidentie / valincidenten met complicaties loopsnelheid: 50-Foot walk test valangst 	<p>tijdens interventieperiode:</p> <ul style="list-style-type: none"> valincidentie: minder vallen (38 vs 73), vellers (28% vs 46%) en vallen met verwondingen (7% vs 18%) in E- vs C-groep time to first fall verlengd (HR: 0,48; 0,28-0,83) en minder multi-pele vellers (HR: 0,45; 0,30-0,70) in E- vs C-groep balans: verbetering op alle balans-tests in E- vs C-groep loopsnelheid en valangst: verbetering in E- vs C-groep <p>tijdens de follow-up:</p> <ul style="list-style-type: none"> balans: positief effect in E-groep vs C-groep op TUG valincidentie: verminderd (3,16 vs 8,96 per 100 mnd.) en lager aantal vellers in E- vs C-groep loopsnelheid en valangst: positief effect in E-groep vs C-groep 	B
Lin et al. (2007) ⁸⁹	ouderen die medische hulp nodig hadden als gevolg van een val in de 4 wkn. voorafgaand aan de inclusie (ET: n = 50, ED: n = 50, HSAM: n = 50)	ET: programma met stretchen, spierkracht, balansoefeningen ED: educatie HSAM: evaluatie van de veiligheid binnenshuis	4 mnd. en 6 mnd. follow-up	<ul style="list-style-type: none"> 3x pw thuis 40-60 min., waarvan 10 min. warming-up en 10 min. coolingdown oefeningen: rekken, rompstabiliteit, kracht van de onderste extremititeit, balustraining met o.a. tandem walking, op 1 been staan, draaien en achteruit lopen intensiteit individueel bepaald door fysiotherapeut 	<ul style="list-style-type: none"> kwaliteit van leven: WHO-vragenlijst balans: Tinetti Gait and Balance* en FR adl-score: vragenlijst valangst: VAS valincidentie 	<ul style="list-style-type: none"> kwaliteit van leven, balans, adl-score en valangst: verbetering in ET-groep kwaliteit van leven: 3 van de 4 domeinen verbetering in ET- vs ED-groep balans: meer toename op Tinetti Balance* (1,3 ptn.; 0,2-2,4), Tinetti Gait (0,4 ptn.; 0,1-0,8) en FR (1,5 cm; 0,3-2,6) in ET- vs ED-groep adl-score: geen groepsverschil tussen ET en andere groepen valangst: verminderd in ET- vs ED-groep (-0,8pt; -1,5- -0,1) valincidentie: geen groepsverschil tussen ET en andere groepen <p>NB: Alleen effecten van bewegen zijn weergegeven.</p>	A2

studie	kenmerken beweeginterventie					uitkomsten	kwaliteit
	populatie en aantal studies	type activiteit	duur	frequentie en intensiteit	uitkomstmaten		
Lord et al. (2005) ⁹⁰	75-plussers met een verhoogd valrisico (EIG: n = 210, MIG: n = 206, C: n = 204)	EIG: interventie met bewegen en advies ter verbetering van visus en om verminderde sensibiliteit te compenseren deelnemers kregen wel of geen beweeginterventie op basis van de PPA-score MIG: minimaal advies met o.a. instructies voor oefeningen C: geen interventie	6 mnd. + 6 mnd. follow-up	<ul style="list-style-type: none"> • training 2x pw met 5-10 min. warming-up en coolingdown • 30 min. groepsoefeningen voor kracht, flexibiliteit, balans en coördinatie • 10 min. individuele oefeningen; kracht-oefeningen waren o.a. knee bends, wall squats, heel raise, sit to stance; balansoefeningen waren o.a. over oneffen oppervlak lopen, bal overgooien, over voorwerpen stappen • intensiteit bepaald met de Borg-schaal (beginnend met 8 hh) 	<ul style="list-style-type: none"> • valrisico: PPA en sit-to-stand test • valincidentie • spierkracht: knieflexoren en extensoren, enkeldorsaalflexie • balans: posturografie (sway en leaning balance) • reactietijd 	<ul style="list-style-type: none"> • valrisico: <ul style="list-style-type: none"> - sit-to-stand: verbetering in EIG- en MIG- vs C-groep na 6 mnd. (EIG: 11,7 s ± 4,6 s; MIG: 12,1 s ± 5,2; C: 13,7 s ± 6,2) - meer gereduceerd in EIG- vs C-groep (EIG: -0,242 ± 0,766; C: -0,118 ± 0,716) • valincidentie: geen sign. groepsverschillen gedurende de periode van 12 mnd • spierkracht: na 6 mnd. meer kracht in de knieflexoren van EIG- vs C-groep (13,9 kg ± 6,1 vs 12,6 kg ± 5,9) • balans, reactietijd en overige uitkomstmaten voor spierkracht: geen verschillen <p>NB: Er was een lage compliance.</p>	A2
Luukinen et al. (2007) ⁹¹	85-plussers met beperkingen of recente valgeschiedenis (E: n = 243, C: n = 243)	E: individueel bepaald aan de hand van risicofactoren; mogelijke interventies waren: <ul style="list-style-type: none"> • oefeningen thuis voor kracht en balans • wandelen, groepsactiviteiten • zelfverzorgingsactiviteiten C: consultatie arts	16 mnd.	<ul style="list-style-type: none"> • individueel bepaalde intensiteit van de oefeningen; • wanneer thuisoefeningen werden geadviseerd, werd gewerkt met 3x per dag 5-15 hh 	<ul style="list-style-type: none"> • valincidentie • risicofactoren: o.a.. balansbeperkingen, verminderde been-spierkracht (kan niet 5x uit een stoel opstaan), verminderde loopsnelheid, verminderde handgrip kracht 	<ul style="list-style-type: none"> • valincidentie: geen verschil <ul style="list-style-type: none"> - de eerste vier vallen treden bij mensen die nog zelf naar buiten kunnen later op in E- vs C-groep (HR: 0,78; 0,64-0,94) • risicofactoren: sign. minder balansbeperkingen in de E- vs C-groep (45% vs 59%), maar geen verschillen voor spierkracht en loopsnelheid. <p>NB: Er was een lage compliance: huiswerk oefeningen 47% en voor de interventiegroep als geheel slechts 42%, terwijl ook 44% van de controlegroep aangaf wel eens oefeningen te doen.</p>	A2
Luukinen et al. (2006) ⁹²	zie Luukinen et al. (2007) ⁹¹	zie Luukinen et al. (2007) ⁹¹	16 mnd.	• zie Luukinen et al. (2007) ⁹¹	<ul style="list-style-type: none"> • adl-score: vragenlijst • mobiliteitsbeperkingen: vragenlijst • lichamelijke activiteit: telefonisch interview 	<ul style="list-style-type: none"> • adl-score: geen verschil • mobiliteitsbeperkingen: verbetering in E- vs C-groep • fysieke activiteit tijdens de interventieperiode: geen effect in E-groep vs afname in C-groep • balansbeperkingen: minder in E- vs C-groep <p>er waren geen positieve effecten voor personen met ernstige bewegingsbeperkingen en adl-beperkingen</p>	A2

studie	kenmerken beweeginterventie					uitkomsten	kwaliteit
	populatie en aantal studies	type activiteit	duur	frequentie en intensiteit	uitkomstmaten		
Maddalozzo et al. (2007) ⁹³	postmenopauzale vrouwen (E: n = 72, C: n = 69) van elke groep kreeg ook de helft HRT	E: krachttraining: squat lift (voor onderlichaam) en deadlift (voor rug en benen) C: geen inspanningsinterventie	1 jr.	<ul style="list-style-type: none"> • 2x pw 50 min • eerst 2x 10-12 hh op 50% 1RM en dan 3x8-12 hh op 60-75% van het 1RM • 15-20 min. warming-up en 10 min. coolingdown 	<ul style="list-style-type: none"> • BMD: total hip, trochanter, femurhals, LWK • isokinetische spierkracht: upper body en lower body totaalscore • lichaamssamenstelling 	<ul style="list-style-type: none"> • BMD: sign. effect in E- vs C-groep: <ul style="list-style-type: none"> - LWK: + 0,43% ± 4,3 vs -3,60% ± 3,7 ± 3,2 - trochanter: + 0,43% ± 3,5 vs -1,5% ± 3,2 - femurhals: -1,2% ± 4,3 vs -3,9% ± 3,8 - total hip -0,30 ± 3,1% vs -2,4% ± 2,3) • isokinetische spierkracht: zowel upper body als lower body sign. toename in E- vs C-groep • lichaamssamenstelling: toename vetvrij lichaamsgewicht in E- vs 	B
Mahoney et al. (2007) ⁹⁴	ouderen met een positieve valgeschiedenis (E: n = 174, C: n = 175)	E: multifactorieel programma; interventie afhankelijk van gevonden risicofactoren (Bij problemen met lopen of balans kon fysiotherapie geïndiceerd zijn; mensen die geen fysiotherapie kregen, hadden de opdracht om balans- en krachtoefeningen te doen; andere risicofactoren die werden aangepakt waren: visusproblemen, medicatie, psychische factoren, hulpmiddelen en veiligheid in huis.) C: evaluatie van veiligheid binnenshuis en advies om een arts te bezoeken m.b.t. valpreventie	11 mnd.	<ul style="list-style-type: none"> • advies: ten minste 4-5 dgn. pw wandelen • balansoefeningen verschillend (2-3x pw) • andere vormen van valpreventie <p>NB: Er was telefonische begeleiding; vaak werd het advies gegeven groepslessen te nemen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • valincidentie • adl-score: BI • depressieve symptomen 	<ul style="list-style-type: none"> • valincidentie: <ul style="list-style-type: none"> - geen verschil in de totale groep - lagere valincidentie in E- vs C-groep bij lage MMSE-score (2,35 vs 4,26; RR: 0,55; 0,30-1,00) • adl-score: minder achteruitgang in E- vs C-groep bij MMSE-score < 28 (-0,5 vs -9,1) • depressieve symptomen: geen verschillen tussen de groepen 	A2

studie	kenmerken beweginginterventie					uitkomsten	kwaliteit
	populatie en aantal studies	type activiteit	duur	frequentie en intensiteit	uitkomstmaten		
Mangione et al. (2005) ⁹⁵	ouderen na een heupfractuur die zijn uitbehandeld bij de fysiotherapeut (AT: n = 13, WS: n = 17, C: n = 11)	AT: aerobe training WS: weerstands-training C: voorlichting	12 wk.	<ul style="list-style-type: none"> • beide groepen thuis begeleidde training (30-40 min.) van een fysiotherapeut • eerste 2 mnd. 2x pw en laatste mnd. 1x pw • WS: 3 series van 8 hh op 8RM van heupabductoren en extensoren, knie-extensoren en plantairflexoren enkel • AT: 2-3 min. warming-up en 20 min. lopen en traplopen op 65-75% van HR_{max} 	<ul style="list-style-type: none"> • uithoudingsvermogen: 6MWT • spierkracht: heupextensie en -abductie, knie-extensie en plantairflexie enkel (totaalscore werd berekend) • gangbeeldkarakteristieken: staplengte, stapduur, duur zwaafase, single support en double support time, base of support en loopsnelheid • fysiek functioneren / kwaliteit van leven: SF-36 (onderdeel fysiek functioneren) 	<ul style="list-style-type: none"> • beenspierkracht: sign. meer toename in AT- en WS- vs C-groep • uithoudingsvermogen, fysiek functioneren en loopsnelheid: verbetering gedurende het programma voor de totale groep, maar geen verschillen tussen de groepen <p>NB: De post-test voor de C-groep was al na 8 wkn.</p>	B

studie	kenmerken beweginginterventie					uitkomsten	kwaliteit
	populatie en aantal studies	type activiteit	duur	frequentie en intensiteit	uitkomstmaten		
Manini et al. (2007) ⁹⁶	ouderen die moeite hebben met adl-activiteiten (RT: n = 14, FT: n = 11, FRT, n = 18)	RT: weerstands-training FT: functionele training FRT: weerstandstraining en functionele training	10 wk.	<ul style="list-style-type: none"> • 2x pw 30-45 min. • RT: 1 warming-up set en 2x 10 hh op 10RM, leg press, leg extension, leg curl, triceps extension, arm curl en shoulder press. • FT: adl-activiteiten: opstaan uit een stoel, opstaan vanuit knieënstand, traplopen, stofzuigen en de wasmand dragen • FRT: van beide trainingen 1 pw 	<ul style="list-style-type: none"> • aanpassing van adl-activiteiten • tijd die nodig is om adl-activiteiten uit te voeren: opstaan uit een stoel, trap op en af lopen, de wasmand dragen, opstaan vanaf knieënstand, stofzuigen • spierkracht: flexie en extensie van de knieën en ellebogen • fysiek functioneren/kwaliteit van leven: SF-12 • loopsnelheid: voorkeur en maximaal • balans: op 1 been staan • vetvrij lichaamsgewicht <p>Voor de interventieperiode was er een controleperiode voor alle groepen van 8-10 wkn., waarbij deelnemers hun normale activiteiten moesten continueren.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • aanpassingen van adl-activiteiten en de tijd die nodig was voor adl-activiteiten: <ul style="list-style-type: none"> - in de controleperiode (voor de interventie) geen veranderingen - gedurende de interventieperiode een gelijke reductie van aanpassing adl-activiteiten en trend voor snellere uitvoering van adl-activiteiten in FT- en FRT-groep vs RT-groep - stofzuigen: snellere uitvoering in alle groepen - andere adl-activiteiten: snellere uitvoering in FT- en FRT-groepen, maar niet in RT-groep, groepsverschil niet sign. • spierkracht: toename beenspier- en elleboogflexiekracht in RT- en FRT- vs FT-groep • fysiek functioneren/kwaliteit van leven: gelijke toename in alle groepen • lichaamssamenstelling, loopsnelheid en balans: geen sign. veranderingen 	B

studie	kenmerken beweginginterventie					uitkomsten	kwaliteit
	populatie en aantal studies	type activiteit	duur	frequentie en intensiteit	uitkomstmaten		
Marsh et al. (2006) ⁹⁷	inactieve ouderen (OV: n = 12, TR: n = 11)	OV: buiten wandelen TR: wandelen op een loopband	6 wk.	<ul style="list-style-type: none"> • 3x pw • vooraf en achteraf stretchen • er werd maximaal een uur gelopen met een intensiteit van 12-13 op de RPE-schaal 	<ul style="list-style-type: none"> • gangbeeldkarakteristieken: loopsnelheid (op intensiteit RPE 13), schredelengte en -frequentie • fysiek functioneren: SPPB • balans: lateraal mobility (zijwaarts lopen met obstakels) • uithoudingsvermogen: 400 m wandelen • attitude tegenover lichamelijke activiteit (VAS) • plezier in het bewegen (VAS) 	<ul style="list-style-type: none"> • loopsnelheid: geen effect van training • fysiek functioneren: geen groepsverschillen • balans: geen groepsverschillen • uithoudingsvermogen: verbetering in OV- vs TR-groep • attitude tegenover lichamelijke activiteit en plezier in bewegen: meer verbetering in OV-groep 	B
Means et al. (2005) ⁹⁸	gezonde ouderen (E: n = 181, C: n = 157)	E: programma met oefeningen voor flexibiliteit, kracht, balans en uithoudingsvermogen C: voorlichting	6 wk. en 6 mnd. follow-up	<ul style="list-style-type: none"> • 3x pw 90 min. • intensiteit oplopend van 11-13 RPE • rekken: 5x 15-30 s per oefening • kracht: m. quadriceps, hamstrings, m. gluteus maximus en medius (1-3x 8-10 hh), opdrukken, curl-up (5 tot 20 hh) • houding/balans: 10-25x 10 s met oplopende intensiteit • coördinatioefeningen • veiligheidsoefeningen • duurlopen: tot 12 min. 	<ul style="list-style-type: none"> • balans: prestatie op een obstakelparcours • valgeschiedenis • kracht: onderste extremiteit • fysieke activiteit en onafhankelijkheid bij fysieke activiteiten • balansbeperkingen: telefonisch interview • ROM onderste extremiteit 	<ul style="list-style-type: none"> • balans: verbetering op obstakelparcours en snellere uitvoering ervan in E- vs C-groep • valgeschiedenis in de follow-upperiode: onder voormalig vellers sign. groter aantal niet-vallers in E- vs C-groep (87% vs 34,5%) • valgerelateerde complicaties: geen sign. groepsverschillen • spierkracht: toename na de interventie in E-groep, die na de follow-up nog boven de baselinewaarde was; relatief constante spierkracht in C • fysieke activiteit: meer activiteit in E- vs C-groep na 6 wk., maar niet na 6 mnd. follow-up • balansbeperkingen: verminderd in E vs C • ROM: sign. effect, verminderd in E vs C 	A2

studie	kenmerken beweeginterventie					uitkomsten	kwaliteit
	populatie en aantal studies	type activiteit	duur	frequentie en intensiteit	uitkomstmaten		
Milliken et al. (2003) ⁹⁹	inactieve postmenopauzale vrouwen met en zonder HRT, zonder osteoporose (E: n = 43, C: n = 51) E en C kregen extra calcium	E: gewichtsdragende aerobe oefeningen en krachttraining C: geen interventie	1 jr.	<ul style="list-style-type: none"> • 3x pw 75 min. • 20 min. aerobe gewichtsdragende oefeningen, o.a. met high-impact en verzwaarde vesten; 50-70% van de HR_{max} • 35 min. krachttraining: leg press, squat, seated one-arm dumbbell press, back extension, rotatory torso, seated row, lateral pulldown; 2x 6-8 hh op 70-80% van 1RM; oefeningen voor schouders en buikspieren • 10 min. rekken en balanstreining 	<ul style="list-style-type: none"> • BMD: total body, femurhals, trochanter, Ward's triangle, lumbale wervelkolom • markers voor botmetabolisme 	<ul style="list-style-type: none"> • BMD: <ul style="list-style-type: none"> - bij vrouwen met HRT: positief effect van inspanning op BMD van de trochanter (3,0% ± 7,7 vs -0,1% ± 6,8) - bij vrouwen zonder HRT: positief effect van inspanning op BMD van Ward's triangle (-1,0% ± 8,7% vs -4,3 ± 8,4) • markers voor botmetabolisme: geen sign. effecten van inspanning 	B
Orr et al. (2006) ¹⁰⁰	gezonde inactieve ouderen (LOW: n = 28, MED: n = 28, HIGH: n = 28, CON: n = 28)	weerstandstraining met snelle uitvoering: LOW: 20% 1RM MED: 50% 1RM HIGH: 80% 1RM CON: geen interventie	8-12 wk.	<ul style="list-style-type: none"> • 2x pw • 2-3x8 hh; leg press, knie-extensie, knieflexie, seated row, chest press • de oefeningen bestonden uit snelle concentrische en langzame excentrische contracties 	<ul style="list-style-type: none"> • balans: verschillende taken op krachtenplatform; body sway en tijd dat taken werden volgehouden • dynamische spierkracht: 1RM van leg press, knie-extensie, knieflexie, seated row, chest press • spiervermogen en snelheid: op verschillende percentages van het 1RM • krachthoudingsvermogen 	<ul style="list-style-type: none"> • balans: <ul style="list-style-type: none"> - body sway: verminderd in LOW-groep vs andere groepen - balance performance: geen sign. effect • spierkracht, vermogen en krachthoudingsvermogen: sign. toename in LOW-, MED- en HIGH- vs CON-groep; grootste toename van spierkracht en uithoudingsvermogen in HIGH-groep 	B
Rhodes et al. (2000) ¹⁰¹	inactieve oudere vrouwen (E: n = 22, C: n = 22)	E: krachttraining; eerst 3 mnd. onder supervisie, dan 9 mnd. in faciliteit dichtbij huis C: voortzetting dagelijkse activiteiten	12 mnd.	<ul style="list-style-type: none"> • 3x pw, 20 min. warming-up • 3x8 hh op 75% 1RM, o.a. chest press, leg press, biceps curl, triceps extension, quadriceps curl hamstrings curl. 	<ul style="list-style-type: none"> • dynamische spierkracht: handgrip, bench press, leg press, biceps curl, triceps, quadriceps curl. • BMD/BMC: Ward's triangle, trochanter, femurhals, LWK • flexibiliteit: rompflexie 	<ul style="list-style-type: none"> • dynamische spierkracht: sign. toename op alle uitkomstmaten in E- vs C-groep, uitgezonderd handgrip (20-50%) • BMD/BMC: geen sign. verschil • flexibiliteit: geen effect 	B

studie	kenmerken beweeginterventie					uitkomsten	kwaliteit
	populatie en aantal studies	type activiteit	duur	frequentie en intensiteit	uitkomstmaten		
Rosendahl et al. (2006) ¹⁰²	adl-afhankelijke ouderen (E: n = 91, C: n = 100) per groep was ook gerandomiseerd voor voedingssupplementen met proteïnen	E: HIFE-programma; gewichtsdragende adl-oefeningen gericht op beenspierkracht, posturale stabiliteit en gang C: ergotherapeutisch programma	12 mnd. 3 mnd. begeleid en 3 mnd. thuis	<ul style="list-style-type: none"> • 5x per 2 wk., 45 min. • oefeningen werden individueel bepaald door de fysiotherapeut. • 8-12 RM voor krachtoefeningen • aan het eind kregen deelnemers oefeningen mee om thuis te doen gedurende 3 mnd. 	<ul style="list-style-type: none"> • balans: BBS • loopsnelheid: 2,4 m voorkeursnelheid en maximale snelheid • beenspierkracht: chair stand test en 1RM leg press 	<ul style="list-style-type: none"> • balans: na 6 mnd. verbetering in E- vs C-groep (1,9 pnt.) • loopsnelheid: <ul style="list-style-type: none"> - voorkeursnelheid: na 3 en na 6 mnd. verhoogd in E- vs C-groep (0,04 en 0,05 m/s) - maximale loopsnelheid: geen effecten • beenspierkracht: <ul style="list-style-type: none"> - chair stand test: na 6 mnd. konden meer mensen opstaan uit een stoel in E- vs C-groep (57% vs 44%) - leg press: na 6 mnd. verbetering in E- vs C-groep (10,8 kg) <p>NB: De compliance was lager wanneer de oefeningen zelfstandig gedaan moesten worden.</p>	B
Sakamoto et al. (2006) ¹⁰³	volwassenen met een verhoogd valrisico door onderliggende ziekte, zoals beroerte (E: n = 337, C: n = 216)	E: balansoefening C: geen interventie	3 mnd. en 3 mnd. follow-up	<ul style="list-style-type: none"> • 1 minuut op 1 been staan. • beide benen 3x per dag <p>indien nodig mocht een steuntje gebruikt worden</p>	<ul style="list-style-type: none"> • cumulatief aantal vallen • aantal heupfracturen 	<ul style="list-style-type: none"> • valincidentie: na 6 mnd. verlaagd in E- vs C-groep (118/137 vs 121/216) NB: 1 Persoon die 29x gevallen was, werd geëxcludeerd. • heupfracturen: geen sign. groepsverschillen (1 heupfractuur in E- en 1 in C-groep) 	B
Sattin et al. (2005) ¹⁰⁴	prefragiele ouderen met een positieve valgeschiedenis (E: n = 158, C: n = 153)	E: tai chi C: educatieprogramma	48 wk.	<ul style="list-style-type: none"> • 2x pw • van 60 min. olopend naar 90 min. (inclusief warming-up) 	<ul style="list-style-type: none"> • valangst: FES, ABC 	<ul style="list-style-type: none"> • valangst: sign. grotere afname in E- vs C-groep (ABC: +13,4% vs -4,2%) 	B
Sinaki et al. (2002) ¹⁰⁵	gezonde postmenopauzale vrouwen (E: n = 34, C: n = 31)	E: extensieoefening voor de rug met rugzak C: geen interventie	2 jr. 8 jr. follow-up	<ul style="list-style-type: none"> • 5x pw • 30% RM tot max. 22,7 kg 	<ul style="list-style-type: none"> • BMD: LWK • vertebrale fracturen • kracht: rugextensie • fysieke activiteit: vragenlijst 	<ul style="list-style-type: none"> • BMD: geen groepsverschil na training, maar hogere BMD na 10 jr. in E- vs C-groep • vertebrale fracturen: na follow-up lager risico op fractuur in E- vs C-groep (1,6% vs 4,3%) • kracht: na interventie hoger in E- vs C-groep (66,8 vs 49,0 kg) en minder afname na 10 jr. (E- vs. C-groep 1,65% vs 2,7% per jr.) • fysieke activiteit: na follow-up hoger in E- vs C-groep. 	A2
Sousa et al. (2005) ¹⁰⁶	gezonde actieve oudere mannen (totale groep: n = 20)	E: krachttraining; leg press, leg extension, leg flexion, bench press, latissimus pull down, shoulder press, arm curl C: geen interventie	14 wk.	<ul style="list-style-type: none"> • 3x pw, waarvan de eerste 2 wk. een gewenningsperiode • 2-3x 6-12 hh op 50-80% 1RM 	balans: FR, TUG	<ul style="list-style-type: none"> • balans: verbetering op beide uitkomstmaten in E- vs C-groep 	B

studie	kenmerken beweeginterventie					uitkomsten	kwaliteit
	populatie en aantal studies	type activiteit	duur	frequentie en intensiteit	uitkomstmaten		
Stewart et al. (2005) ¹⁰⁷	gezonde mannen en vrouwen, leeftijd 55-75 jr. (E: n = 57, C: n = 58)	E: kracht- en aerobe oefeningen (loopband, fietsergometer, stepper) C: ontvingen richtlijnen over inspanning en moesten deze richtlijnen volgen	6 mnd.	<ul style="list-style-type: none"> • 3x pw • rekoefeningen • krachttraining: 2x10-15 hh op 50% 1RM; bench press, shoulder press, seated mid-rowing, latissimus pulldown, leg extension, leg press, leg curl • 45 min. aerobe oefeningen; 60-90% van HR_{max} 	<ul style="list-style-type: none"> • uithoudingsvermogen: VO_{2max} • spierkracht: bench press, shoulder press, seated mid-rowing, latissimus pulldown, leg extension, leg press, leg curl • lichaamssamenstelling • BMD: total body, LWK, femurhals, trochanter, proximaal femur 	<ul style="list-style-type: none"> • uithoudingsvermogen: toename in E- vs C-groep • spierkracht onder- en bovenlichaam: toename in E- vs C-groep • lichaamssamenstelling: gunstig effect • BMD total body en trochanter verminderd bij vrouwen in E- vs C-groep 	B
Sullivan et al. (2007) ¹⁰⁸	ouderen met functionele beperkingen (LI: n = 14, HI: n = 15) per groep kreeg de helft megestrol acetate en de andere helft placebo	LI: weerstandstraining met lage intensiteit HI: weerstandstraining met hoge intensiteit: oefeningen voor heup-, knie- en armextensie en voor de schoudergordel	12 wk.	<ul style="list-style-type: none"> • LI: 1 set op 10% 1RM + 3x8 hh op 20% 1RM • HI: oplopend tot 80% 1RM in wk 3 	<ul style="list-style-type: none"> • lichaamssamenstelling: spierromtrek dijbeen en vetvrije massa • spierkracht: chest press, leg press • fysiek functioneren: sit-to-stand test, loopsnelheid en traplopen; er werd een totaalscore berekend 	<ul style="list-style-type: none"> • beenspierkracht: geen hoofdeffect van training • chest press: verbeterd in E- vs C-groep • lichaamssamenstelling: minder gewichtstoename in HI- vs LI-groep • fysiek functioneren: geen trainingseffect <p>NB: Het effect op de sit-to-stand test, loopsnelheid en traplopen is niet apart beschreven.</p>	B
Symons et al. (2005) ¹⁰⁹	gezonde ouderen (CON: n = 10, ECC: n = 14, ISO: n = 12)	krachttraining van de knie-extensoren: CON: concentrisch ECC: excentrisch ISO: isometrisch	12 wk.	<ul style="list-style-type: none"> • 3x pw • 5 min. warming-up • 3x10 hh, 10RM 	<ul style="list-style-type: none"> • spierkracht knie-extensoren: isokinetische (concentrisch en excentrisch) en isometrische maximaalkracht, power en arbeid van de knie-extensoren • uithoudingsvermogen: self-paced step test op een ergometer • loopsnelheid: self-paced 80 m walk test 	<ul style="list-style-type: none"> • spierkracht: geen groepsverschillen voor maximale spierkracht, wel verbetering in alle groepen <ul style="list-style-type: none"> - concentrische arbeid: grootste toename in CON-groep - concentrische power: meer toename in CON- vs ISO-groep • uithoudingsvermogen en loopsnelheid: geen groepsverschillen 	B

studie	kenmerken beweeginterventie					uitkomsten	kwaliteit
	populatie en aantal studies	type activiteit	duur	frequentie en intensiteit	uitkomstmaten		
Tracy et al. (2006) ¹¹⁰	gezonde ouderen (E: n = 21, C: n = 9)	E: 'steadiness training' van de knie-extensoren C: geen interventie	16 wk.	<ul style="list-style-type: none"> • 3x pw • 3x3 hh op 30% 1RM 	<ul style="list-style-type: none"> • spierkracht • stabiliteit van de spiercontractie (krachtfluctuatie) • fysiek functioneren (totaalscore): maximale loop-snelheid (10 m), opstaan uit een stoel, traplopen • quadricepsomvang 	<ul style="list-style-type: none"> • spierkracht, spieromvang en fysiek functioneren: geen verschillen • krachtfluctuaties bij concentrische en excentrische contracties: verminderd 	B
Topp et al. (2005) ¹¹¹	ouderen met functionele beperkingen (RT: n = 31, AT: n = 33, CT: n = 32, C: n = 35)	RT: krachttraining AT: aerobe training (lopen) CT: combinatie van kracht en aerob C: geen interventie	16 wk.	<ul style="list-style-type: none"> • 3x pw, waarvan 1x begeleid • 5 min. warming-up, 5 min. coolingdown • RT: 1-3x 10 hh met therabands • AT: 10-35 min., 11-16 op een BORG-schaal • CT: tot 20 min. lopen en 1x10 hh van krachtoefeningen 	<ul style="list-style-type: none"> • arm curl: aantal hh in 30 s • sit-to-stand test: aantal hh in 30 s • tijd nodig om te gaan liggen op de vloer en van uit die positie te gaan staan • tijd nodig voor trap op- en aflopen 	<ul style="list-style-type: none"> • alle uitkomstmaten: de meeste tests (behalve sit-to-stand test) verbetering gedurende de interventie, maar alleen groepsverschillen voor de arm curl • arm curl: meer verbetering in RT-, AT- en CT- vs C-groep 	B
Tsourlou et al. (2006) ¹¹²	gezonde vrouwen van 60 jr. en ouder (E: n = 14, C: n = 10)	E: aquatraining met duurtraining en krachtoefeningen C: voortzetting adl	24 wk.	<ul style="list-style-type: none"> • 3 uur pw • 10 min. warming-up en 5 min. coolingdown • 25 min. duurtraining op 65-80% van HR_{max} • 20 min. weerstandstraining, met 4 oefeningen voor het bovenlichaam en 4 voor het onderlichaam; 2x12-15 hh 	<ul style="list-style-type: none"> • isometrische kracht: knieflexie, knie-extensie, handgrip • dynamische kracht: 3RM chest press, knie-extensie, latissimus pull-down, leg press • spronghoogte: squat jump • flexibiliteit: sit-and-reach test • functionele mobiliteit/balans: TUG • lichaamssamenstelling 	<ul style="list-style-type: none"> • kracht: sign. verbetering op alle uitkomstmaten, uitgezonderd de latissimus pulldown in E- vs C-groep (chest press 25,7 vs 3%; leg press 29,5 vs 2,2%; knie-extensie 29,4 vs 2,1%; spronghoogte 24,6 vs -9,6%) • flexibiliteit: geen effect • functionele mobiliteit/balans: verbetering in E- vs C-groep (19,8 vs 1,2%) • lichaamssamenstelling: toename lean mass in E-groep 	B

studie	kenmerken beweeginterventie					uitkomsten	kwaliteit
	populatie en aantal studies	type activiteit	duur	frequentie en intensiteit	uitkomstmaten		
Uusi-Rasi et al. (2003) ¹¹³	postmenopauzale vrouwen zonder osteoporose (E: n = 82, C: n = 82) NB: Er werd ook gerandomiseerd voor bisfosfonaten.	E: aquatraining met duurtraining en kracht-oefeningen C: voortzetting adl E: programma met high-impact (2,1-5,6x lichaamsgewicht) oefeningen met een aerobe component C: geen inspanningsinterventie	12 mnd.	<ul style="list-style-type: none"> • 3x pw, 15 min. warming-up, 20 min. springoefeningen, 15 min. rek- en non-impactoefeningen, 10 min. coolingdown • progressief, stephoogte werd verhoogd van 10 naar 25 cm 	<ul style="list-style-type: none"> • BMC: LWK, femurhals, trochanter, distale radius • section modulus van de femurhals • pQCT: distale deel en midschacht van de tibia • spierkracht: knie-extensie en handgrip • power van de benen tijdens een sprong • balans: posturografie (statisch) en achtjes lopen (dynamisch) • uithoudingsvermogen: VO_{2max} bij 2 km looptest • markers voor botmetabolisme 	<ul style="list-style-type: none"> • BMC: geen effect • pQCT distale deel van de tibia: effect op botsterkte (3,6; 0,3-7,1%) en relatieve dikte van de botcortex (3,7%; 0,1-7,3%) in E- vs C-groep • power en kracht in de benen: verbetering (8,5%; 4,7-12,3 resp. 3,4%; 0,4-6,5) in E- vs C-groep • balans: dynamische balans verbetering (1,5%; 0-3,0) in E- vs C-groep • uithoudingsvermogen: verbetering (3,1%; 0,9-5,3%) in E- vs C-groep • markers voor botmetabolisme: geen effect 	A2
Voukelatos et al. (2007) ¹¹⁴	gezonde 60-plussers (E: n = 353, C: n = 349)	E: tai chi C: geen interventie	16 wk. + 8 wk. follow-up	<ul style="list-style-type: none"> • 1 uur pw 	<ul style="list-style-type: none"> • valincidentie • balans: posturografie, leaning balance, lateral stability • reactietijd: onderste extremititeit 	<ul style="list-style-type: none"> • valincidentie: <ul style="list-style-type: none"> - lager na de follow-up (IRR = 0,67; 0,46-0,96) in E- vs C-groep - geen verschil in het aantal personen met ≥ 1 val - sign. reductie in het risico op ≥ 2 vallen na follow-up (24 wk., RR = 0,54; 0,28-0,96) - hazard ratio voor ≥ 1 val na follow-up lager in E- vs C-groep (0,67; 0,49-0,93) - hazard ratio voor ≥ 2 vallen na 16 wk. en na follow-up lager in E- vs C-groep (0,33; 0,14-0,78 resp. 0,33; 0,18-0,62) • balans: positief effect op alle balans-taken, uitgezonderd leaning balance in E- vs C- groep • reactietijd geen verschil in E- vs C-groep 	A2

studie	kenmerken beweeginterventie					uitkomsten	kwaliteit
	populatie en aantal studies	type activiteit	duur	frequentie en intensiteit	uitkomstmaten		
De Vreede et al. (2005) ¹⁵	gezonde oudere vrouwen (FUN: n = 33, RES: n = 34, C: n = 31)	FUN: trainingsprogramma gericht op adl-activiteiten RES: weerstandstraining C: voortzetting dagelijkse activiteiten	3 mnd. en 6 mnd. follow-up	<ul style="list-style-type: none"> • 3x pw 1 uur, waarvan 10 min. warming-up en 10 min. coolingdown • intensiteit: 7-8 op een schaal van 10 voor beide groepen • FUN: activiteiten zoals horizontale en verticale verplaatsingen, dingen dragen, veranderen tussen staande, liggende en zittende posities; per les werden uit 2 domeinen 3 series van 5-10 hh gedaan • RT: per les 3-4 spiergroepen 3x10 hh; flexoren en extensoren van romp, elleboog, heup, knie en enkel, abductoren en adductoren van heup en schouder, rotatoren van de schouder 	<ul style="list-style-type: none"> • ADAP: spierkracht boven- en onderlichaam, flexibiliteit (FR), balans en coördinatie, uithoudingsvermogen (6MWT) • balans: TUG • spierkracht knie-extensoren, elleboogflexoren en handgrip 	<ul style="list-style-type: none"> • ADAP-score: <ul style="list-style-type: none"> - na 12 wk. verbetering in FUN- vs C-groep (6,8 ptn.; 5,2-8,4): spierkracht bovenste en onderste extremiteit, flexibiliteit, balans + coördinatie en uithoudingsvermogen; kracht onderste extremiteit, balans en uithoudingsvermogen beter in FUN- vs RES-groep; balans en coördinatie verbetering in RES- vs C-groep - na follow-up nog steeds hogere scores in FUN- vs C-groep voor totaal, kracht bovenste en onderste extremiteit, balans en coördinatie en uithoudingsvermogen • TUG: geen groepsverschillen • spierkracht: <ul style="list-style-type: none"> - knie-extensoren en elleboogflexoren verbetering in RT- vs C- en FUN-groep - leg extension power: verbetering in FUN- en RES- vs C-groep 	A2
Weerdesteijn et al. (2006) ¹⁶	ouderen met positieve valgeschiedenis (E: n = 79, C: n = 28)	E: obstakelparcours, lopen in een drukke omgeving, valtraining C: geen interventie	5 wk. en 6 mnd. follow-up	<ul style="list-style-type: none"> • 2x pw 1,5 uur • 1 sessie obstakelparcours: trainen van balans, lopen en coördinatie • lopen in een drukke omgeving: 3 kwartier pw • valtraining met vechtsport valtechnieken: 3 kwartier pw 	<ul style="list-style-type: none"> • valincidentie • balans: posturografie, obstakelontwijken • balance confidence: ABC 	<ul style="list-style-type: none"> • valincidentie: <ul style="list-style-type: none"> - tijdens follow-up lagere valincidentie in E- vs C-groep (IRR = 0,54; 0,34-0,86, afname van 46%) geen sign. verschillen voor aantal valls • balans: <ul style="list-style-type: none"> - posturale controle: geen duidelijk effect - obstakelontwijken: successcores meer verbetering in E- vs C-groep (12% vs 6%), met name bij taken met een hogere tijdsdruk • balance confidence: toename in E- vs C-groep (6% vs -2%) 	B
Westlake et al. (2007) ¹⁷	gezonde 65-plussers (E: n = 24, C: n = 21)	E: balansoefeningen C: educatie m.b.t. valpreventie	8 wk. en 8 wk. follow-up	<ul style="list-style-type: none"> • 3 uur pw met 10 min. warming-up en 10 min. coolingdown • 40 min. balansoefeningen met wisselende sensibele input, visuele input en vestibulaire input; ook dubbeltaken • C: 1 uur pw voorlichting 	<ul style="list-style-type: none"> proprioceptie in de enkel: <ul style="list-style-type: none"> • perceptiedrempel voor passieve bewegingen • passieve positiezin • snelheidsdiscriminatie 	<ul style="list-style-type: none"> • snelheidsdiscriminatie: verbetering in E- vs C-groep (in E-groep was deze vergelijkbaar met die van jongeren/studenten) • perceptiedrempel voor passieve bewegingen en passieve positiezin: geen effect • na 8 wk. follow-up: geen verschillen tussen de E- en C-groep meer aanwezig 	A2

studie	kenmerken beweeginterventie					uitkomsten	kwaliteit
	populatie en aantal studies	type activiteit	duur	frequentie en intensiteit	uitkomstmaten		
Woo et al. (2007) ¹¹⁸	gezonde ouderen uit Hong Kong (TC: n = 60, RTE: n = 60, C: n = 60)	TC: tai chi RTE: weerstandstraining C: geen interventie	12 mnd.	<ul style="list-style-type: none"> • 3x pw • RTE: oefeningen met theraband: armen heffen, heup abductie, op de tenen staan, heupflexie, -extensie, squats met de enkels in dorsale flexie, 30 hh 	<ul style="list-style-type: none"> • BMD: total hip, LWK • spierkracht: handgrip, quadriceps • statische balans: body sway tijdens verschillende taken; tandem en semi-tandem stance, op 1 been staan • valincidentie • loopsnelheid: 8 m • flexibiliteit: naar de grond reiken met gestrekte knieën 	<ul style="list-style-type: none"> • BMD: <ul style="list-style-type: none"> – bij vrouwen minder afname in de heup in TC- en RTE- vs C-groep (TC: $0,07 \pm 0,64$; RTE: $0,09 \pm 0,62$; C: $-2,25 \pm 0,60$) – bij mannen: geen effect • spierkracht, balans en flexibiliteit: geen effect (noch bij mannen, noch bij vrouwen) • valincidentie: geen verschillen tussen de groepen <p>NB: Er zijn geen gegevens over loopsnelheid.</p>	A2
Wu et al. (2006) ¹¹⁹	gezonde postmenopauzale vrouwen (E: n = 68, C: n = 68) in beide groepen was gerandomiseerd voor isoflavones	E: wandelen C: normale lichamelijke activiteit	24 wk.	<ul style="list-style-type: none"> • 3x pw 1 uur wandelen (5-6 km/uur) onder begeleiding, waarvan 10 min. warming-up en 5 min. coolingdown 	<ul style="list-style-type: none"> • lichaamssamenstelling • markers voor botmetabolisme • BMD: LWK, total hip, trochanter, femurhals, sub-whole body 	<ul style="list-style-type: none"> • lichaamssamenstelling: verminderde vetmassa van het hele lichaam en de benen in E- vs C-groep • markers voor botmetabolisme: geen effecten • BMD: geen effecten 	B
Wu et al. (2006) ¹²⁰	zie Wu et al. (2006) ¹¹⁹	zie Wu et al. (2006) ¹¹⁹	12 mnd.	<ul style="list-style-type: none"> • zie Wu et al. (2006a)¹¹⁹ 	<ul style="list-style-type: none"> • zie Wu et al. (2006)¹¹⁹ + BMD Ward's triangle 	<ul style="list-style-type: none"> • vetmassa van romp, armen, benen en het hele lichaam: gunstig effect in E- vs C-groep • total hip en Ward's triangle BMD: sign. effect in E- vs C-groep • BMD overig en markers voor botmetabolisme: geen effect in E- vs C-groep 	B
Yang et al. (2007) ¹²¹	gezonde 60-plussers (E: n = 33, C: n = 16)	E: tai chi C: voortzetting dagelijkse activiteiten	6 mnd.	<ul style="list-style-type: none"> • 3x pw 1 uur met statische en dynamische en vormoefeningen; de laatste bestonden uit gewichtverplaatsing, ROM- en coördinatieoefeningen 	<ul style="list-style-type: none"> • balans: Sensory Organisation Test (sway uitkomstmaten: visual ratio, vestibular ratio) • base of support en hoek tussen de voeten 	<ul style="list-style-type: none"> • balans: <ul style="list-style-type: none"> – vestibular ratio: verbetering in E- vs C-groep (47% na 6 mnd.) – visual ratio: geen groepsverschillen • base of support: toename in E- vs C-groep (27% na 6 mnd.); hoek tussen de voeten geen verschil 	A2

studie	kenmerken beweeginterventie					uitkomsten	kwaliteit
	populatie en aantal studies	type activiteit	duur	frequentie en intensiteit	uitkomstmaten		
Young et al. (2007) ¹²²	inactieve postmenopauzale vrouwen (LD1: n = 15, LD2: n = 15, LD3: n = 15) alle deelnemers kregen calciumsuppletie	LD1: line dance LD2: line dance + squat LD3: line dance + squat + oefeningen met stampen NB: De achterliggende gedachte is dat je met line dance de balans traint.	12 mnd.	<ul style="list-style-type: none"> • 3x pw 45 min. line dance • 5x pw thuis squats, 2x 8 hh; intensiteit werd opgevoerd met extra gewichten • stampoefeningen 2x per dag, 5 dgn. pw, 4x per voet 	<ul style="list-style-type: none"> • botdichtheid: BUA van de calcaneus en BMD van de LWK en proximaal femur • spierkracht: maximaal aantal squats met 12 kg • balans: op 1 been staan, TUG • stap reactietest: test hoe adequaat iemand een corrigerende stap kon zetten bij het voor- en zijwaarts leunen 	<ul style="list-style-type: none"> • BMD: geen verschillen binnen of tussen groepen • spierkracht: toename in alle groepen, maar sign. meer toename in LD3 (LD1: 8 ± 8 naar 20 ± 11; LD2: 10 ± 9 naar 26 ± 11; LD3: van 15 ± 13 naar 56 ± 29) • balans: verbetering in alle groepen, geen groepsverschillen • stap-reactietest: geen groepsverschillen, maar wel verbetering in alle groepen door een toegenomen stapgrootte 	B
Zhang et al. (2006) ¹²³	ouderen met matige balans (E: n = 25, C: n = 24)	E: tai chi C: voortzetting normale activiteit	8 wk.	<ul style="list-style-type: none"> • 7x pw 1 uur, waarvan 10 min. warming-up en 10 min. coolingdown • 40 min. tai chi: oefeningen met gewichtverplaatsing, coördinatie en ademhaling 	<ul style="list-style-type: none"> • balans: op 1 been staan • flexibiliteit: voorover buigen met gestrekte benen • loopsnelheid: 10 m • falls self efficacy: FES 	<ul style="list-style-type: none"> • balans: verbetering (+12,3 vs +3,7 s) in E- vs C-groep • flexibiliteit: verbetering (+4,5 vs -0,5 cm) • loopsnelheid: geen groepsverschillen • FES: verbetering (+2,1 vs -0,3 ptn.) in E- vs C-groep 	B

1RM = 1 repetitie maximum; 6MWT = 6-Minuten wandeltest; 12MWT = 12-Minuten wandeltest; ABC = activities-specific balance confidence; ADAP = Assessment of Daily Activity Performance; BBS = Berg Balance Scale; BI = Barthel Index; BMC = bone mineral content; BMD = bone mineral density; BMI = body mass index; BUA = broadband ultrasound attenuation; C = controlegroep; DGI = dynamic gait index; E = experimentele groep; ES = effect size; EBRO = Evidence Based Richtlijnen Ontwikkeling; FES = falls self-efficacy; FICSIT = Frailty and Injuries: Cooperative Studies of Intervention Techniques; FR = Functional Reach; GARS = Groningen Activiteiten Restrictie Schaal; GDS = geriatric depression scale; HIFE-program = High-Intensity Functional Exercise Program; HR = hazard ratio; HR_{max} = maximale hartfrequentie; HR_{reserve} = heart rate reserve; HRT = hormone replacement therapy; IRR = incidence risk ratio; LWK = lumbale wervelkolom; MMSE = Mini-Mental State Examination; MOS-36 = Medical Outcomes Study 36-Item Short-Form Health Survey; nRM = n repetitie maximum: hoogste gewicht dat n keer getild kan worden; OR = odds ratio; POMA = Performance-Oriented Mobility Assessment; PPA = Physiological Profile Assessment; pQCT = peripheral quantitative computed tomography; ROM = range of motion; RPE = rating of perceived exertion; RR = relatief risico; S-CTX = Serum C-terminal cross-linked telopeptides; SF-12 = Short Form (12) Health Survey; SF-36 = Short Form (36) Health Survey; SPPB = Short Physical Performance Battery; TUG = Timed up & go test; VAS = visual analogue scale; VO_{2max} = maximale zuurstofopnamecapaciteit; VO_{2peak} = piek zuurstofopname; WHO = World Health Organization.

sign. = significant; jr. = jaar/jaren; min. = minuut; mnd. = maand(en); ptn. = punt(en); pw = per week; wkn. = week/weken.

* The Tinetti Assessment = Performance Oriented Mobility Assessment (POMA).

Tabel B.6. RCT's waarin het effect van beweginginterventies is onderzocht op de botmassa en overige uitkomstmaten bij populaties van middelbare leeftijd of jonger.

studie	kenmerken beweginginterventie					uitkomsten	kwaliteit
	populatie en aantal studies	type activiteit	duur	frequentie en intensiteit	uitkomstmaten		
Heikkinen et al. (2007) ¹²⁴	zie Vainionpää et al. (2005) ¹²⁵ van sommige deelnemers zijn niet alle gegevens verwerkt vanwege onvolledige data (E: n = 34, C: n = 30)	zie Vainionpää et al. (2005) ¹²⁵	12 mnd.	• zie Vainionpää et al. (2005) ¹²⁵	• acceleratiepieken: maximum, steilheid, oppervlakte onder de grafiek en energie • botdichtheid (zie Vainionpää et al. (2005) ¹²⁵)	• botdichtheid: – BMD: toename in L1 en femurhals sign. hoger in E- dan C-groep – andere maten voor botdichtheid: geen sign. groepsverschillen • acceleratiepieken: – steilheid: acceleratiepieken met een steilheid van 1000 m/s ³ zijn voorspellend voor een BMD-toename in de heup, L1 en de calcaneus; deze pieken komen vooral voor bij rennen en springen, maar niet bij stappen en wandelen – toename in SOS van de calcaneus was geassocieerd met meer acceleratiepieken met een kleinere steilheid	B
Huuskonen et al. (2001) ¹²⁶	gezonde mannen van middelbare leeftijd (E: n = 70, C: n = 70)	E: aerob oefenprogramma C: zelf kiezen wat te doen m.b.t. bewegen	4 jr.	• 3x pw 30-45 min. tot 5x pw 60 min. • 40-60% van de VO _{2max} (laag- tot matig-intensief)	• BMD: proximaal femur, femurhals, trochanter, Ward's triangle en LWK • aerobe drempel	• BMD: geen effect • aerobe drempel: toename in E- vs C-groep (+13,4% vs -1,9%)	B
Jämsä et al. (2006) ¹²⁷	zie Vainionpää et al. (2005) ¹²⁵ van sommige deelnemers zijn niet alle gegevens verwerkt vanwege onvolledige data (E: n = 34, C: n = 30)	zie Vainionpää et al. (2005) ¹²⁵	12 mnd.	• zie Vainionpää et al. (2005) ¹²⁵	• gemiddeld aantal acceleratiepieken per dag van verschillende hoogtes • BMD: femurhals, trochanter, Ward's triangle	• acceleratiepieken: toename van alle intensiteiten in E- vs C-groep • BMD: toename in proximaal femur is geassocieerd met meer acceleratiepieken van 3,6 g of meer (dit wordt gevonden bij activiteiten als rennen (13 km/h), springen en springen vanaf 40 cm hoog)	B

studie	kenmerken beweeginterventie					uitkomsten	kwaliteit
	populatie en aantal studies	type activiteit	duur	frequentie en intensiteit	uitkomstmaten		
Kontulainen et al. (2004) ¹²⁸	inactieve premenopauzale vrouwen (E: n = 49, C: n = 49 in originele studie)	E: high-impact-programma C: voortzetting dagelijkse activiteiten	18 mnd. en 3,5 jr. follow-up	<ul style="list-style-type: none"> • 3 uur pw, waarvan 15 min. warming-up en 10 min. cooling-down • 20 min. impactoefeningen: aerobe springoefeningen en steps • 15 min. callisthenics (rekken en non-impactoefeningen) • bij het high-impactgedeelte werden aerobics en steps gedaan 	<ul style="list-style-type: none"> • BMD: LWK, femurhals, trochanter, distaal femur, patella, proximale tibia, calcaneus, distale radius • spierkracht: been extensie en counter-movement jump (met en zonder 10% extra gewicht) • balans: achtjes lopen 	<ul style="list-style-type: none"> • BMD: <ul style="list-style-type: none"> - na de interventie: toename LWK (1,7%), femurhals (1,2%), distaal femur (2,2%), proximale tibia (3,3%) en calcaneus (1,0%) in E- vs C-groep - na 3,5 jr. follow-up: nog steeds een toegenomen BMD van de femurhals (1,7%), distaal femur (2,9%), patella (1,7%), proximale tibia (3,0%) en calcaneus (1,2%) • spierkracht en balans: <ul style="list-style-type: none"> - na de interventie: toename beenspierkracht (11,9 kg; 4,4-19,3), springen (0,014 s; 0,002-0,027 en springen met extra gewicht 0,021s; 0,007-0,035), maar niet van de dynamische balans in E- vs C-groep - na 3,5 jr. follow-up: geen verschillen voor kracht en balans • veel deelnemers deden na het programma aan low-impactactiviteiten 	B
Shirazi et al. (2007) ¹²⁹	Iranese vrouwen, leeftijd 40-65 jr. (E: n = 61, C: n = 55)	E: educatie- en oefenprogramma voor de preventie van osteoporose gebaseerd op een model voor gedragsverandering C: wachtlijst	12 wk.	<ul style="list-style-type: none"> • educatie aan de hand van SoC wanneer iemand in de preparation of action stage kwam • oefenprogramma met individueel aangepaste oefeningen voor thuis: 30 min. per dag wandelen, om de dag 30-45 min. krachtoefeningen voor heupextensoren, -flexoren, -adductoren en -abductoren en knie-extensoren; 1-2x 5-10 hh, om de dag balansoefeningen 1-3x10 s knie bends en forward lean 	<ul style="list-style-type: none"> • stadium van gedragsverandering: SoC • fysieke activiteit: IPAQ • spierkracht: nRM • balans: FR, star excursion balance test 	<ul style="list-style-type: none"> • gedragsverandering: toename van de SoC in E- vs C-groep • balans: verbetering op beide balans-tests in E- vs geen verandering in C-groep • fysieke activiteit: toename in E- vs geen verandering in C-groep • spierkracht: toename in de onderste extremiteit in E-groep (geen verschil in C-groep) <p>NB: Voor balans, fysieke activiteit en spierkracht zijn geen between-group-resultaten weergegeven.</p>	B
Vainionpää et al. (2005) ¹²⁵	vrouwen tussen de 35 en 40 jr. (E: n = 60, C: n = 60)	E: oefeningen met hoge impact C: doorgaan met gebruikelijke fysieke activiteiten	12 mnd.	<ul style="list-style-type: none"> • 3 uur pw met 10 min. warming-up en 10 min. coolingdown • 40 min. high-impact-training met stappen, springen, rennen, stampen en lopen en steps; de impact werd opgevoerd door verhoogen van steps • advies om 10 min. per dag soortgelijke oefeningen te doen 	<ul style="list-style-type: none"> • BMD: femurhals, trochanter, intertrochanter, total femur, Ward's triangle, LWK, radius, distale radius, ultra-distale radius, ulna • SOS en BUA: calcaneus 	<ul style="list-style-type: none"> • BMD: toename in femurhals (+1,1% vs -0,4%), intertrochanter (+0,8% vs -0,2%), total femur (+0,1% vs -0,3%), L1 BMD (+2,2% vs -0,4%) in E- vs C-groep • BUA: toename in de calcaneus in E- vs C-groep (+7,3% vs -0,6%) 	B

studie	kenmerken beweeginterventie					uitkomsten	kwaliteit
	populatie en aantal studies	type activiteit	duur	frequentie en intensiteit	uitkomstmaten		
Vainionpää et al. (2006) ¹³⁰	zie Vainionpää et al. (2005) ¹²⁵ vanwege onvolledige gegevens zijn de data van sommige deelnemers niet verwerkt (E: n = 34, C: n = 30)	zie Vainionpää et al. (2005) ¹²⁵	12 mnd.	• zie Vainionpää et al. (2005) ¹²⁵	<ul style="list-style-type: none"> • accelerometer-data: telt het aantal acceleratiepieken van verschillende intensiteit per dag • relatie tussen het aantal acceleratiepieken van een bepaalde intensiteit en uitkomstmaten voor botdichtheid (zie Vainionpää et al., 2005)¹²⁵ 	<ul style="list-style-type: none"> • meer acceleratiepieken van hogere intensiteit in E- vs C-groep (vanaf 1,1 g) • acceleraties van 3,9 g of meer correleren met toename van de BMD van de femurhals, trochanter en Ward's triangle • acceleraties van 5,4 g of hoger correleren met een verhoging van BMD van L1 • een toename in calcaneus SOS en BUA is geassocieerd met meer acceleratiepieken van 1,1-2,4 g • een toename in calcaneus BUA is geassocieerd met meer acceleratiepieken van > 3,9 g 	B
Vainionpää et al. (2007) ¹³¹	zie Vainionpää et al. (2005) ¹²⁵ (E: n = 39, C: n = 41)	zie Vainionpää et al. (2005) ¹²⁵	12 mnd.	• zie Vainionpää et al. (2005) ¹²⁵	<ul style="list-style-type: none"> • acceleratiepieken van verschillende intensiteit (aantal per dag) • botparameters van mid-femur en proximale tibia: botonttrek, corticale doorsnede, corticale dichtheid, dikte van het corticale bot, maximum en minimum oppervlakte-traagheidsmoment (mate van weerstand tegen doorbuigen) • trabeculaire dichtheid van de distale tibia • doorsnede van het spierweefsel 	<ul style="list-style-type: none"> • acceleratiepieken tibia: pieken van 0,3-1 g correleren positief met botonttrek en oppervlakte-traagheidsmoment en negatief met corticale dikte • botparameters: <ul style="list-style-type: none"> - midfemur: toename in corticale dichtheid en oppervlakte-traagheidsmoment correleert met impact van $\geq 1,1$ g, botonttrek met $\geq 2,5$ g en corticale dikte met 3,9-5,4 g - toename in omtrek midfemur in E- vs C-groep (0,2%; 0,01-0,35%) • geen relatie tussen impact en dichtheid of sterkte van de tibia in E-groep • mensen die meer sessies bezochten hadden grotere toename van omtrek, corticale doorsnede en corticale botdichtheid van de proximale tibia en toename van het maximale oppervlakte-traagheidsmoment van de tibia • doorsnede spierweefsel: <ul style="list-style-type: none"> - grotere toename in doorsnede van het spierweefsel ter hoogte de proximale tibia (2,4%; 0,8-4,0) in E- vs C-groep 	B

BMD = bone mineral density; BUA = broadband ultrasound attenuation; C = controlegroep; E = experimentele groep; EBRO = Evidence Based Richtlijnen Ontwikkeling; FR = Functional Reach; IPAQ = International Physical Activity Questionnaire; LWK = lumbale wervelkolom; nRM = n repetitie maximum: hoogste gewicht dat n keer getild kan worden; SoC = stages of change; SOS = speed-of-sound; VO_{2max} = maximale zuurstofopnamecapaciteit. sign. = significant; jr. = jaar/jaren; min. = minuut; mnd. = maand(en); pw = per week; wkn. = week/weken.

Literatuur

- 1 de Kam D, Smulders E, Weerdesteyn V, Smits-Engelsman BC. Exercise interventions to reduce fall-related fractures and their risk factors in individuals with low bone density: a systematic review of randomized controlled trials. *Osteoporos Int.* 2009 Dec;20(12):2111-25.
- 2 Asikainen TM, 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.
- 3 Baker MK. Multi-modal exercise programs for older adults. *Age Ageing.* 2007;36(4):375-81.
- 4 No authors listed. Fall prevention programmes in older people. *Evidence-Based Healthcare & Public Health.* 2005.
- 5 Bonaiuti D. Exercise for preventing and treating osteoporosis in postmenopausal women. *Cochrane Database Syst Rev.*; 2002.
- 6 Berard A, Bravo G, Gauthier P. Meta-analysis of the effectiveness of physical activity for the prevention of bone loss in postmenopausal women. *Osteoporos Int.* 1997;7(4):331-7.
- 7 Gillespie LD, Robertson MC, Gillespie WJ, Lamb SE, Gates S, Cumming RG, et al. Interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database Syst Rev.* 2009;(2):CD007146.
- 8 Heemskerk MC, Kempenaar MC, Eijkeren FJM van, Oomen WJM, Bakker M, et al. Fysiotherapie voor valpreventie: oefenen van spierkracht en balans. *Nederlands Tijdschrift voor Fysiotherapie.* 2007;117(5)(166):175.
- 9 Howe TE. Exercise for improving balance in older people. *Cochrane Database Syst Rev.* 2007;17(4).
- 10 Kelley GA. Exercise and bone mineral density at the femoral neck in postmenopausal women: a meta-analysis of controlled clinical trials with individual patient data. *Am J Obstet Gynecol.* 2006;194(3):760-7.
- 11 Kelley GA, Kelley KS, Tran ZV. Exercise and lumbar spine bone mineral density in postmenopausal women: a meta-analysis of individual patient data. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2002 Sep;57(9):M599-604.
- 12 Kelley GA. Exercise and regional bone mineral density in postmenopausal women: a meta-analytic review of randomized trials. *Am J Phys Med Rehabil.* 1998 Jan;77(1):76-87.
- 13 Lock CA. Lifestyle interventions to prevent osteoporotic fractures: a systematic review. *Osteoporos Int.* 2006;17(1):20-8.
- 14 Martyn-St-James M. High-intensity resistance training and postmenopausal bone loss: a meta-analysis. *Osteoporos Int.* 2006;17(8):1225-40.
- 15 Myers AH, Young Y, Langlois JA. Prevention of falls in the elderly. *Bone.* 1996 Jan;18(1 Suppl):87S-101S.
- 16 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.
- 17 Province MA, Hadley EC, Hornbrook MC, Lipsitz LA, Miller JP, Mulrow CD, et al. The effects of exercise on falls in elderly patients. A preplanned meta-analysis of the FICSIT Trials. *Frailty and Injuries: Cooperative Studies of Intervention Techniques.* *JAMA.* 1995 May 3;273(17):1341-7.
- 18 Sheth P. Osteoporosis and exercise: a review. *Mt Sinai J Med.* 1999 May;66(3):197-200.
- 19 Swezey RL. Exercise for osteoporosis – is walking enough? The case for site specificity and resistive exercise. *Spine.* 1996 Dec 1;21(23):2809-13.
- 20 Wayne PM. The effects of Tai Chi on bone mineral density in postmenopausal women: a systematic review. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007;88(5):673-80.
- 21 Wolff I, Croonenborg JJ van, 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):1-12.
- 22 Zehnacker CH. Effect of weighted exercises on bone mineral density in post menopausal women a systematic review. *J Geriatr Phys Ther.* 2007;30(2):79-88.
- 23 Zijlstra GA. Interventions to reduce fear of falling in community-living older people: a systematic review. *J Am Geriatr Soc.* 2007;55(4):603-15.
- 24 Kelley GA, Kelley KS. Efficacy of resistance exercise on lumbar spine and femoral neck bone mineral density in premenopausal women: a meta-analysis of individual patient data. *J Womens Health (Larchmt).* 2004 Apr;13(3):293-300.
- 25 Kelley GA, Kelley KS, Tran ZV. Resistance training and bone mineral density in women: a meta-analysis of controlled trials. *Am J Phys Med Rehabil.* 2001 Jan;80(1):65-77.
- 26 Kelley GA, Kelley KS, Tran ZV. Exercise and bone mineral density in men: a meta-analysis. *J Appl Physiol.* 2000 May;88(5):1730-6.
- 27 Bergstrom I, Landgren B, Brinck J, Freyschuss B. Physical training preserves bone mineral density in postmenopausal women with forearm fractures and low bone mineral density. *Osteoporos Int.* 2008 Feb;19(2):177-83.
- 28 Bravo G, Gauthier P, Roy PM, Payette H, Gaulin P, Harvey M, et al. Impact of a 12-month exercise program on the physical and psychological health of osteopenic women. *J Am Geriatr Soc.* 1996 Jul;44(7):756-62.
- 29 Carter ND, Khan KM, Petit MA, Heinonen A, Waterman C, Donaldson MG, et al. Results of a 10 week community based strength and balance training programme to reduce fall risk factors: a randomised controlled trial in 65-75 year old women with osteoporosis. *Br J Sports Med.* 2001 Oct;35(5):348-51.
- 30 Carter ND, Khan KM, McKay HA, Petit MA, Waterman C, Heinonen A, et al. Community-based exercise program reduces risk factors for falls in 65- to 75-year-old women with osteoporosis: randomized controlled trial. *CMAJ.* 2002 Oct 29;167(9):997-1004.
- 31 Chien MY, Yang RS, Tsauo JY. Home-based trunk-strengthening exercise for osteoporotic and osteopenic postmenopausal women without fracture – A pilot study. *Clin Rehabil.* 2005;19(1):28-36.
- 32 Devereux K. Effects of a water-based program on women 65 years and over: a randomised controlled trial. *Aust J Physiother.* 2005;51(2):102-8.
- 33 Hongo M. 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(10):1389-95.
- 34 Hourigan SR, Nitz JC, Brauer SG, O'Neill S, Wong J, Richardson CA. Positive effects of exercise on falls and fracture risk in osteopenic women. *Osteoporos Int.* 2008 Jan 11.
- 35 Iwamoto J. Effect of whole-body vibration exercise on lumbar bone mineral density, bone turnover, and chronic back pain in postmenopausal osteoporotic women treated with alendronate. *Aging Clin Exp Res.* 2005;17(1572):163.
- 36 Judge JO. Home-based resistance training improves femoral bone mineral density in women on hormone therapy. *Osteoporos Int.* 2005;16(9):1096-108.
- 37 Korpelainen R. Effect of impact exercise on bone mineral density in elderly women with low BMD: a population-based randomized controlled 30-month intervention. *Osteoporos Int.* 2006;17(1):109-18.
- 38 Korpelainen R. Effect of exercise on extraskelletal risk factors for hip fractures in elderly women with low BMD: a population-based randomized controlled trial. *J Bone Mineral Res.* 2006;21(5):772-9.
- 39 Liu-Ambrose T, Khan KM, Eng JJ, Janssen PA, Lord SR, McKay HA. Resistance and agility training reduce fall risk in women aged 75 to 85 with low bone mass: a 6-month randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc.* 2004 May;52(5):657-65.

- 40 Liu-Ambrose TY, Khan KM, Eng JJ, Heinonen A, McKay HA. Both resistance and agility training increase cortical bone density in 75- to 85-year-old women with low bone mass: 6-month randomized controlled trial. *J Clin Densitom.* 2004;7(4):390-8.
- 41 Liu-Ambrose TY, Khan KM, Eng JJ, Lord SR, Lentle B. 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):1321-9.
- 42 Liu-Ambrose TY, Khan KM, Eng JJ, Gillies GL, Lord SR, McKay HA. The beneficial effects of group-based exercises on fall risk profile and physical activity persist 1 year postintervention in older women with low bone mass: follow-up after withdrawal of exercise. *J Am Geriatr Soc.* 2005 Oct;53(10):1767-73.
- 43 Maciaszek J. Effect of Tai Chi on body balance: randomized controlled trial in men with osteopenia or osteoporosis. *Am J Chin Med.* 2007;35(1):1-9.
- 44 Madureira MM. 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(4):419-25.
- 45 Malmros B, Mortensen L, Jensen MB, Charles P. Positive effects of physiotherapy on chronic pain and performance in osteoporosis. *Osteoporos Int.* 1998;8(3):215-21.
- 46 Mitchell SL, Grant S, Aitchison T. Physiological effects of exercise on postmenopausal osteoporotic women. *Physiotherapy.* 1998;84(4):157-63.
- 47 Papaioannou A, Adachi JD, Winegard K, Ferko N, Parkinson W, Cook RJ, et al. Efficacy of home-based exercise for improving quality of life among elderly women with symptomatic osteoporosis-related vertebral fractures. *Osteoporos Int.* 2003 Aug;14(8):677-82.
- 48 Pearlmutter LL, Bode BY, Wilkinson WE, Maric MJ. Shoulder range of motion in patients with osteoporosis. *Arthritis Care Res.* 1995 Sep;8(3):194-8.
- 49 Smulders E, Weerdesteyn V, Groen BE, Duysens J, Eijssbouts A, Laan R, et al. The efficacy of a short multidisciplinary fall prevention program for elderly persons with osteoporosis and a fall history: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2010;91:1705-11.
- 50 Stengel SV. Power training is more effective than strength training for maintaining bone mineral density in postmenopausal women. *J Appl Physiol.* 2005;99(1):181-8.
- 51 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.
- 52 Swanenburg J. Effects of exercise and nutrition on postural balance and risk of falling in elderly people with decreased bone mineral density: Randomized controlled trial pilot study. *Clin Rehabil.* 2007;21(6):523-34.
- 53 Arai T. The effects of short-term exercise intervention on falls self-efficacy and the relationship between changes in physical function and falls self-efficacy in Japanese older people: a randomized controlled trial. *Am J Phys Med Rehabil.* 2007;82(2):133-41.
- 54 Asikainen TM, Suni JH, Pasanen ME, Oja P, Rinne MB, Miilunpalo S, et al. Effect of brisk walking in 1 or 2 daily bouts and moderate resistance training on lower-extremity muscle strength, balance, and walking performance in women who recently went through menopause: a randomized, controlled trial. *Phys Ther.* 2006;86(7):912-23.
- 55 Audette JF, Jin YS, Newcomer R, Stein L, Duncan G, Frontera WR. Tai Chi versus brisk walking in elderly women. *Age Ageing.* 2006;35(4):388-93.
- 56 Baker MK. Efficacy and feasibility of a novel tri-modal robust exercise prescription in a retirement community: a randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc.* 2007;55(1):1-10.
- 57 Beneka A. Resistance training effects on muscular strength of elderly are related to intensity and gender. *J Sci Med Sport.* 2005;8(3):274-83.
- 58 Beyer N. Old women with a recent fall history show improved muscle strength and function sustained for six months after finishing training. *Age Clin Exp Res.* 2007;19(4):300-9.
- 59 Bogaerts A. Effects of whole body vibration training on postural control in older individuals: a 1 year randomized controlled trial. *Gait Posture.* 2007;26(2):309-16.
- 60 Bogaerts A. Impact of whole-body vibration training versus fitness training on muscle strength and muscle mass in older men: a 1-year randomized controlled trial. *J Gerontol A Biol Sci Med.* 2007;62(6):630-5.
- 61 Borer KT. Walking intensity for postmenopausal bone mineral preservation and accrual. *Bone.* 2007;41(4):713-21.
- 62 Bottaro M. Effect of high versus low-velocity resistance training on muscular fitness and functional performance in older men. *Eur J Appl Physiol.* 2007;99(3):257-64.
- 63 de Bruin ED. Effect of additional functional exercises on balance in elderly people. *Clin Rehabil.* 2007;21(2):112-21.
- 64 Bruyere O. Controlled whole body vibration to decrease fall risk and improve health-related quality of life of nursing home residents. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005;86(2):303-7.
- 65 Bunout D. Effects of vitamin D supplementation and exercise training on physical performance in Chilean vitamin D deficient elderly subjects. *Exp Gerontol.* 2006;41(8):746-52.
- 66 Chan K, Qin L, Lau M, Woo J, Au S, Choy W, et al. A randomized, prospective study of the effects of Tai Chi Chun exercise on bone mineral density in postmenopausal women. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004 May;85(5):717-22.
- 67 Cheung WH. High-Frequency Whole-Body Vibration Improves Balancing Ability in Elderly Women. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007;88(7):852-7.
- 68 Cheng S, Sipila S, Taaffe DR, Puolakka J, Suominen H. Change in bone mass distribution induced by hormone replacement therapy and high-impact physical exercise in post-menopausal women. *Bone.* 2002 Jul;31(1):126-35.
- 69 Chilibeck PD, Davison KS, Whiting SJ, Suzuki Y, Janzen CL, Peloso P. The effect of strength training combined with bisphosphonate (etidronate) therapy on bone mineral, lean tissue, and fat mass in postmenopausal women. *Can J Physiol Pharmacol.* 2002 Oct;80(10):941-50.
- 70 Chubak J. Effect of exercise on bone mineral density and lean mass in postmenopausal women. *Med Sci Sports Exerc.* 2006;38(7):1236-44.
- 71 Francisco-Donoghue J. Comparison of once-weekly and twice-weekly strength training in older adults. *Br J Sports Med.* 2007;41:19-22.
- 72 Donat H. Comparison of the effectiveness of two programmes on older adults at risk of falling: unsupervised home exercise and supervised group exercise. *Clin Rehabil.* 2007;21(3):273-83.
- 73 Ebrahim S, Thompson PW, Baskaran V, Evans K. Randomized placebo-controlled trial of brisk walking in the prevention of postmenopausal osteoporosis. *Age Ageing.* 1997 Jul;26(4):253-60.
- 74 Englund U. A 1-year combined weight-bearing training program is beneficial for bone mineral density and neuromuscular function in older women. *Osteoporos Int.* 2005;16(9):1117-23.
- 75 Evans EM. Effects of soy protein isolate and moderate exercise on bone turnover and bone mineral density in postmenopausal women. *Menopause.* 2007;14(3 Pt 1):481-8.

- 76 Faber MJ, Bosscher RJ, Paw MJC, van Wieringen PC. Effects of exercise programs on falls and mobility in frail and pre-frail older adults: a multicenter randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2006;87(8):885-96.
- 77 Fahlman M. Combination training and resistance training as effective interventions to improve functioning in elders. *J Ageing Phys Act.* 2007;15(2):195-205.
- 78 Freiburger E. Preventing falls in physically active community-dwelling older people: a comparison of two intervention techniques. *Gerontology.* 2007;53(5):298-305.
- 79 Galvao DA. Resistance exercise dosage in older adults: Single- versus multiset effects on physical performance and body composition. *J Am Geriatr Soc.* 2005;53(12):2090-7.
- 80 Going S, Lohman T, Houtkooper L, Metcalfe L, Flint-Wagner H, Blew R, et al. Effects of exercise on bone mineral density in calcium-replete postmenopausal women with and without hormone replacement therapy. *Osteoporos Int.* 2003 Aug;14(8):637-43.
- 81 Gusi N. Low-frequency vibratory exercise reduces the risk of bone fracture more than walking: a randomized controlled trial. *BMC Musculoskel Disord.* 2006;30.
- 82 Henwood TR. Short-term resistance training and the older adult: the effect of varied programmes for the enhancement of muscle strength and functional performance. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2006;26(5):305-13.
- 83 Kalapotharakos VI. Functional and neuromotor performance in older adults: Effect of 12 wks of aerobic exercise. *Am J Phys Med Rehabil.* 2006;85(1):61-7.
- 84 Kalapotharakos VI, Tokmakidis SP, Smiliotis 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.
- 85 Karinkanta S, Heinonen A, Sievänen H, Uusi/Rasi K, Pasanen M, Ojala K, et al. A multi-component exercise regimen to prevent functional decline and bone fragility in home-dwelling elderly women: Randomized, controlled trial. *Osteoporos Int.* 2007;18(4):453-61.
- 86 Klentrou P. Effects of exercise training with weighted vests on bone turnover and isokinetic strength in postmenopausal women. *J Ageing Phys Act.* 2007;15(3):278-99.
- 87 Li F, Harmer P, Fisher KJ, McAuley E. Tai Chi: improving functional balance and predicting subsequent falls in older persons. *Med Sci Sports Exerc.* 2004 Dec;36(12):2046-52.
- 88 Li F. Tai Chi and fall reductions in older adults: A randomized controlled trial. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2005;60(2):187-94.
- 89 Lin M. A randomized, controlled trial of fall prevention programs and quality of life in older fallers. *J Am Geriatr Soc.* 2007;55(4):499-506.
- 90 Lord SR. The effect of an individualized fall prevention program on fall risk and falls in older people: A randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc.* 2005;53(8):1296-304.
- 91 Luukinen H. Pragmatic exercise-oriented prevention of falls among the elderly: A population-based, randomized, controlled trial. *Prev Med.* 2007;44(3):265-71.
- 92 Luukinen H. Prevention of disability by exercise among the elderly: a population-based, randomized, controlled trial. *Scand J Prim Health Care.* 2006;24(4):199-205.
- 93 Maddalozzo GF. The effects of hormone replacement therapy and resistance training on spine bone mineral density in early postmenopausal women. *Bone.* 2007;40(5):1244-51.
- 94 Mahoney JE, Shea TA, Przybelski R, Jaros L, Gangnon R, Cech S, et al. Kenosha County Falls Prevention Study: a randomized, controlled trial of an intermediate-intensity, community-based multifactorial falls intervention. *J Am Geriatr Soc.* 2007;55(4):489-98.
- 95 Mangione KK. Can elderly patients who have had a hip fracture perform moderate- to high-intensity exercise at home? *Phys Ther.* 2005;85(8):727-39.
- 96 Manini T. Efficacy of resistance and task-specific exercise in older adults who modify tasks of everyday life. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2007;62(6):616-23.
- 97 Marsh AP, Katula JA, Pacchia CF, Johnson LC, Koury KL, Rejeski WJ. Effect of treadmill and overground walking on function and attitudes in older adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2006;38(6):1157-64.
- 98 Means KM. Balance, mobility, and falls among community-dwelling elderly persons: effects of a rehabilitation exercise program. *Am J Phys Med Rehabil.* 2005;84(4):238-50.
- 99 Milliken LA, Going SB, Houtkooper LB, Flint-Wagner HG, Figueroa A, Metcalfe LL, et al. Effects of exercise training on bone remodeling, insulin-like growth factors, and bone mineral density in postmenopausal women with and without hormone replacement therapy. *Calcif Tissue Int.* 2003 Apr;72(4):478-84.
- 100 Orr R. Power training improves balance in healthy older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2006;61(6):78-85.
- 101 Rhodes EC, Martin AD, Taunton JE, Donnelly M, Warren J, Elliot J. Effects of one year of resistance training on the relation between muscular strength and bone density in elderly women. *Br J Sports Med.* 2000 Feb;34(1):18-22.
- 102 Rosendahl E. High-intensity functional exercise program and protein-enriched energy supplement for older persons dependent in activities of daily living: a randomised controlled trial. *Aust J Physiother.* 2006;52(2):105-13.
- 103 Sakamoto K. Effects of unipedal standing balance exercise on the prevention of falls and hip fracture among clinically defined high-risk elderly individuals: a randomized controlled trial. *J Orthop Sci.* 2006;11(5):467-72.
- 104 Sattin RW, Easley KA, Wolf SL, Chen Y, Kutner MH. Reduction in fear of falling through intense Tai Chi exercise training in older, transitionally frail adults. *J Am Geriatr Soc.* 2005;53(7).
- 105 Sinaki M, Itoi E, Wahner HW, Wollan P, Gelzcer R, Mullan BP, et al. Stronger back muscles reduce the incidence of vertebral fractures: a prospective 10 year follow-up of postmenopausal women. *Bone.* 2002 Jun;30(6):836-41.
- 106 Sousa N. Effects of progressive strength training on the performance of the Functional Reach Test and the Timed Get-Up-and-Go Test in an elderly population from the rural north of Portugal. *Am J Hum Biol.* 2005;17(6):746-51.
- 107 Stewart KJ. Exercise effects on bone mineral density relationships to changes in fitness and fatness. *Am J Prev Med.* 2005;28(5):453-60.
- 108 Sullivan DH. Effects of muscle strength training and megesterol acetate on strength, muscle mass, and function in frail older people. *J Am Geriatr Soc.* 2007;55(1):20-8.
- 109 Symons TB, Vandervoort AA, Rice CL, Overend TJ, Marsh GD. Effects of maximal isometric and isokinetic resistance training on strength and functional mobility in older adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2005;66(6):777-81.
- 110 Tracy BL. Steadiness training with light loads in the knee extensors of elderly adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2006;38(4):735-45.
- 111 Topp R. Exercise and functional tasks among adults who are functionally limited. *West J Nurs Res.* 2005;27(3):252-70.

- 112 Tsourlou T. The effects of a twenty-four-week aquatic training program on muscular strength performance in healthy elderly women. *J Strength Cond Res.* 2006;20(4):811-8.
- 113 Uusi-Rasi K, Kannus P, Cheng S, Sievanen H, Pasanen M, Heinonen A, et al. Effect of alendronate and exercise on bone and physical performance of postmenopausal women: a randomized controlled trial. *Bone.* 2003 Jul;33(1):132-43.
- 114 Voukelatos A. A randomized, controlled trial of tai chi for the prevention of falls: the Central Sydney tai chi trial. *J Am Geriatr Soc.* 2007;55(8):1185-91.
- 115 de Vreede PL, Samson MM, Meeteren NLU van, Duursma SA, Verhaar HJJ. Functional-task exercise versus resistance strength exercise to improve daily function in older women: A randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc.* 2005;53(1):2-10.
- 116 Weerdsteijn V. A five-week exercise program can reduce falls and improve obstacle avoidance in the elderly. *Gerontology.* 2006;52(3):131-41.
- 117 Westlake KP, Wu Y, Culham EG. Sensory-specific balance training in older adults: effect on position, movement, and velocity sense at the ankle. *Phys Ther.* 2007 May;87(5):560-8.
- 118 Woo J. A randomised controlled trial of tai chi and resistance exercise on bone health, muscle strength and balance in community-living elderly people. *Age Ageing.* 2007;36(3):262-8.
- 119 Wu J. Cooperative effects of isoflavones and exercise on bone and lipid metabolism in postmenopausal Japanese women: a randomized placebo-controlled trial. *Metabolism.* 2006;55(4):423-33.
- 120 Wu J. Effects of isoflavone and exercise on BMD and fat mass in postmenopausal Japanese women: a 1-year randomized placebo-controlled trial. *J Bone Mineral Res.* 2006;21(5):780-9.
- 121 Yang Y. Effect of combined Taiji and Qigong training on balance mechanisms: a randomized controlled trial of older adults. *Med Sci Monit.* 2007;13(8):CR339-CR348.
- 122 Young CM, Weeks BK, Beck 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(10):1379-87.
- 123 Zhang J. The effects of Tai Chi Chuan on physiological function and fear of falling in the less robust elderly: an intervention study for preventing falls. *Arch Gerontol Geriatr.* 2006;42(2):107-16.
- 124 Heikkinen R. Acceleration slope of exercise-induced impacts is a determinant of changes in bone density. *J Biomech.* 2007;40(13):2967-74.
- 125 Vainionpaa A. Effects of high-impact exercise on bone mineral density: a randomized controlled trial in premenopausal women. *Osteoporos Int.* 2005;16(2):191-7.
- 126 Huuskonen J, Vaisanen SB, Kroger H, Jurvelin JS, Alhava E, Rauramaa R. Regular physical exercise and bone mineral density: a four-year controlled randomized trial in middle-aged men. The DNASCO study. *Osteoporos Int.* 2001;12(5):349-55.
- 127 Jamsa T. Effect of daily physical activity on proximal femur. *Clin Biomech (Bristol Avon).* 2006;21(1):1-7.
- 128 Kontulainen S, Heinonen A, Kannus P, Pasanen M, Sievanen H, Vuori I. Former exercisers of an 18-month intervention display residual aBMD benefits compared with control women 3.5 years post-intervention: a follow-up of a randomized controlled high-impact trial. *Osteoporos Int.* 2004 Mar;15(3):248-51.
- 129 Shirazi KK. A home-based, transtheoretical change model designed strength training intervention to increase exercise to prevent osteoporosis in Iranian women aged 40-65 years: a randomized controlled trial. *Health Educ Res.* 2007;22(3):305-17.
- 130 Vainionpaa A, Korpelainen R, Vihriala E, Rinta-Paavola A, Leppaluoto J, Jamsa T. Intensity of exercise is associated with bone density change in premenopausal women. *Osteoporos Int.* 2006;17(3):455-63.
- 131 Vainionpaa A, Korpelainen R, Sievanen H, Vihriala E, Leppaluoto J, Jamsa T. Effect of impact exercise and its intensity on bone geometry at weight-bearing tibia and femur. *Bone.* 2007 Mar;40(3):604-11.

