

WOORD VOORAF

Deze masterproef is tot stand gekomen in het kader van onze studie revalidatiewetenschappen en kinesitherapie, aan de Universiteit Hasselt.

Langs deze weg wensen we onze dank te betuigen aan de personen die deze masterproef hebben mogelijk gemaakt door hun stimulerende invloed en/of actieve bijdrage.

Eerst en vooral gaat onze dank uit naar de promotor, prof. Dr. Monique van Erum, voor haar deskundig advies en begeleiding. Zonder haar was het niet mogelijk geweest ons empirisch onderzoek uit te voeren en een volwaardige masterproef af te leveren.

Daarnaast bedanken we graag Anne Bogaers en Charlie Keytsman voor hun wetenschappelijke ondersteuning tijdens de testafnames alsook Lien Boven en Vincent Maris voor de opstart en voorbereiding van deze studie en de vlotte overdracht van het studiemateriaal.

Verder gaat onze oprechte dank uit naar al de participanten die deelnamen aan deze studie en gedurende drie maanden wandelden en tijd maakten voor de diverse metingen.

Daarnaast wensen we via deze weg onze vrienden en familie te bedanken voor een gezonde portie afleiding en relativeringsvermogen tijdens het nemen van deze laatste hindernis.

In het bijzonder verdienen onze ouders een woord van dank voor hun onvoorwaardelijke begeleiding, steun en toeverlaat.

Bedankt.

1 Situering

Osteoporose is een wereldwijde aandoening die hoofdzakelijk voorkomt bij postmenopauzale vrouwen en sedentaire mannen. Door een onevenwichtige botremodellering vermindert de botmassa en verslechtert de micro-architecturale bouw van het botweefsel, hetgeen het risico op botfracturen verhoogt (Humphries et al., 2009). Gebaseerd op de diagnostische criteria voor osteoporose van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) lijden er in de Europese unie meer dan 22 miljoen vrouwen en 5,5 miljoen mannen tussen 50 en 84 jaar aan deze aandoening.

Deze masterproef is gericht op een preventieve interventie strategie voor deze doelgroep. Ze situeert zich aldus binnen het domein van de inwendige en musculoskeletale revalidatie.

In een voorgaand pilootonderzoek in academiejaar 2014-2015 gingen Lotte Schreurs en Jens Tielemans het effect van een wandelinterventie op lichaamssamenstelling, kracht, evenwicht en levenskwaliteit bij postmenopauzale vrouwen na. Vervolgens werd door Vincent Maris en Lien Boven in 2015-2016 van start gegaan met de eigenlijke RCT studie en includeerden hierbij een interventiegroep met vest en zonder vest.

De huidige masterproef (2016-2017) tracht binnen deze RCT studie het effect van een wandelinterventie op BALP (botspecifiek alkalisch fosfatase), een biomarker die de osteoblastische activiteit weergeeft, te bestuderen. Daarnaast wordt het onderzoek naar botdensiteit, spierkracht, evenwicht en levenskwaliteit verder gezet, zodat een analyse per interventiegroep mogelijk wordt.

Het onderzoeksprotocol werd in samenspraak met de promotor, Dr. M. Van Erum opgesteld en uitgeschreven volgens het centrale format.

Alle metingen, met uitzondering van de biochemische analyse, werden uitgevoerd in het gebouw REVAL van de Universiteit Hasselt. Voor de spierkrachtmetingen werd er beroep gedaan op Drs Charlie Keytsman. Studieverpleegkundige Anne Bogaers stond in voor de botmeting en de bloedafname. De afname van de evenwichtstest, het installeren van de activiteitsmeter alsook het ontvangst van de deelnemers gebeurde door de studenten.

De statistische analyse van de gegenereerde data is volledig zelfstandig uitgewerkt door Jan Hendrickx. In de voorliggende masterproef is de inleiding, methodesectie en de beschrijving van de patiëntkarakteristieken van de hand van Ruth Jacobs. Het overige deel nam Jan Hendrickx voor zijn rekening.

Inhoudsopgave

1	Situering	1
2	Abstract	5
3	Inleiding.....	7
4	Methode.....	9
4.1	Participanten en onderzoeksdesign	9
4.2	Protocol.....	10
4.2.1	Primaire uitkomstmaten	11
4.2.2	Secundaire uitkomstmaten	11
4.3	Data-analyse	12
5	Resultaten	13
5.1	Patiëntkarakteristieken	13
5.2	Primaire uitkomstparameters	13
5.3	Secundaire uitkomstparameters	16
6	Discussie	19
7	Conclusie en aanbevelingen.....	25
8	Referentielijst	27

2 Abstract

Doel Het effect van een wandelinterventie op botdensiteit, botmetabolisme, kracht, lichaamssamenstelling, evenwicht en levenskwaliteit werd nagegaan bij postmenopauzale vrouwen met verminderde botdensiteit.

Achtergrond Deze studie kadert binnen de primaire en secundaire preventie van osteoporose.

Methode RCT studie met 24 postmenopauzale, sedentaire vrouwen met verminderde botdensiteit. De standaard interventiegroep (n=14) wandelde dagelijks een half uur, 5 maal per week gedurende drie maanden. De gewichtsvestgroep (n=10) droeg bovendien een extern gewicht. Alle deelnemers namen dagelijks een supplement Vit. D/Ca. De metingen werden bij aanvang en na drie maanden interventie uitgevoerd. Verandering in botdensiteit en lichaamssamenstelling (DEXA-scan), bot specifiek alkalisch fosfatase (RIA), spierkracht (Biodex), evenwicht (SEBT) en levenskwaliteit (SF-36) werden in kaart gebracht.

Resultaten Hamstringkracht in 45° verbeterde in de standaard groep (8.98%, p=.036). In de gewichtsvestgroep verbeterde de quadricepskracht zowel in 45° (10.79%, p=.015) en 90° (10.11%, p=.021) alsook tijdens de isokinetische meting (8.63%, p=.047). Het vetpercentage daalde zowel na het wandelen zonder vest (2.64%, p=.021) als met vest (4.31%, p=.018). Het evenwicht verbeterde in de gewichtsvestgroep in anterieure (p=.009), anterolaterale (p=.025) en anteromediale richting (p=.043). Een verhoogde vitaliteit werd gerapporteerd tijdens de bevraging naar levenskwaliteit door de wandelaars zonder (p=.049) en met vest (p=.024). Geen enkele meting voor botdensiteit en botmetabolisme (BALP) overtrof het significantieniveau. Een groepseffect kon evenmin worden aangetoond.

Conclusie Een wandelprogramma vormt een effectieve interventiestrategie in de aanpak van val gerelateerde risicofactoren bij postmenopauzale vrouwen met verminderde botdensiteit. De positieve effecten resulteren bovendien in een toename van de vitaliteit onder de deelnemers. Mogelijke positieve effecten van het programma op botdensiteit en botmetabolisme alsook het additief effect van het dragen van een gewichtsvest konden vooralsnog niet worden bevestigd.

3 Inleiding

Volgens de Internationale Osteoporose Foundation (IOF) lijden er momenteel meer dan 200 miljoen mensen wereldwijd aan osteoporose waarvan 30% postmenopauzale vrouwen zijn. Vanwege deze wereldwijde prevalentie wordt osteoporose gezien als een ernstig gezondheidsprobleem. De afname in botmassa ontstaat door een onevenwicht tussen botresorptie van bestaand bot door osteoclasten en formatie van nieuw bot door osteoblasten (Krane et al., 2005). De beste manier om osteoporose te diagnosticeren is het uitvoeren van een dual-energy x-ray absorptiometry scan (DXA-scan), waarbij er een T-score wordt vastgesteld die de botdensiteit bepaalt. De T-score geeft de botdichtheid weer ten opzichte van een referentiescore van een gezonde, 30-jarige, blanke vrouw. Osteoporose wordt gekenmerkt door een T-score lager dan min 2.5 terwijl osteopenie gekenmerkt wordt door een T-score kleiner dan min één. De risicofactoren voor het ontstaan van osteoporose zijn: een toenemende leeftijd, lage BMI, familiegeschiedenis, langdurig glucocorticoïden therapie, tabak gebruik, alcoholmisbruik en etniciteit (Compston et al., 2016). Preventie is een belangrijk gegeven binnen osteoporose. Het is belangrijk dat de jeugd gesensibiliseerd wordt om voldoende vitamine D en calcium op te nemen in de voeding en voldoende te bewegen. De eerste drie levensdecennia zijn cruciaal voor de ontwikkeling van botmassa, die dient als beschermingsmechanisme tegen de leeftijdsgeassocieerde botafbraak (Humphries et al., 2009).

Menopauze en veroudering zijn gecorreleerd aan een sedentaire levensstijl. Als gevolg ontstaat er een afname van de belasting van het bot, waardoor dit fragiel wordt en er een verhoogd risico ontstaat voor fracturen in reactie op traumatische stress (Borer et al., 2007). Daarnaast ontstaat er een afname in spierkracht en spiermassa alsook een vermindering in evenwicht en coördinatie. Deze factoren hebben rechtstreeks een invloed op de fysieke fitheid en onrechtstreeks op de levenskwaliteit (Roghani et al., 2013). De menopauze en bijbehorende steile daling van oestradiol gaat gepaard met een verhoogd risico op osteopenie of osteoporose. Oestradiol speelt namelijk een belangrijke rol in het behoud van de skeletale integriteit (Ettinger et al., 1988). Hierdoor is de prevalentie hoger bij vrouwen 34% in vergelijking met mannen 17% (Tabatabaei-Malazy et al., 2017). Biomarkers in het bloed, zoals oestradiol, geven de metabole activiteit van de botcellen weer (Xu et al., 2016).

Bij de behandeling van osteoporose worden er farmacologische middelen gebruikt. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen twee soorten medicatie: anabole- en anti-resorptie. De anabole medicatie wil de botformatie bevorderen door de osteoblasten te stimuleren. Enkele geneesmiddelen uit deze groep zijn: teriparatide, parathyroïd hormoon peptides, blosozumab en romosozumab. De anti-resorptie medicatie remt de botresorptie af. Bifosfonaten, selectieve oestrogeen receptor modulators (SERMs) en cathepsin k inhibitors zijn voorbeelden van anti-resorptie geneesmiddelen. Er kan ook een combinatie gemaakt worden tussen beide groepen (Tabatabaei-Malazy et al., 2017). Naast het gebruik van medicatie kan een aanpassing in de levensstijl de botformatie bevorderen. Fysieke activiteit wordt gezien als de belangrijkste non-farmacologische interventie om de gezondheid van het bot te bevorderen (Xu et al., 2016).

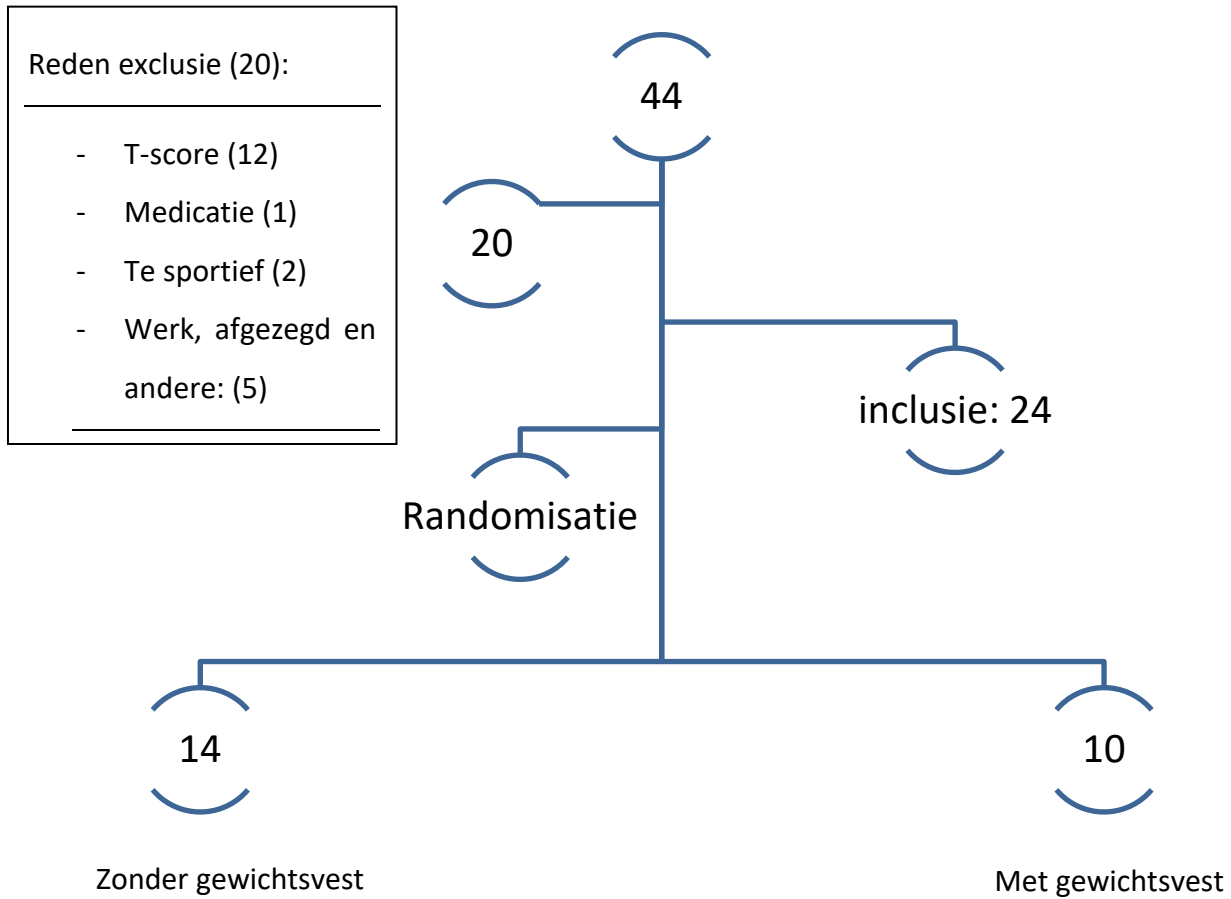
Naast een medicamenteuze behandeling kan er bij osteoporose eveneens gebruik gemaakt worden van fysieke interventies. In recente studies is aangetoond dat training een gunstig effect heeft op de bot minerale densiteit (BMD). Gualano et al. (2011) en Mosti et al. (2013) hebben het effect van krachttraining op de botdensiteit onderzocht bij postmenopauzale vrouwen. Beiden concluderen ze dat krachttraining een positieve invloed heeft op de botdensiteit. Wayne et al. (2010) en Shen et al. (2012) stelden vast dat Tai Chi een positieve invloed heeft op de botdensiteit. Daarnaast is er een hoge therapietrouw aangetoond bij Tai Chi (70%-90%). Wandelen is een van de meest gebruikelijke interventies bij postmenopauzale vrouwen. Aoyagi et al. (2010), Borer et al. (2007) en Evans et al. (2007) hun studies maken gebruik van wandelinterventies terwijl Klentrou et al. (2007), Roghani et al. (2013) en Yoo et al. (2010) hun studies gebruik maken van wandelinterventies in combinatie met additioneel gewicht. Alle bovengenoemde studies, die volledig werden nageleefd door de participanten, concludeerden dat de wandelinterventies een positieve invloed hadden op de botdensiteit. Ouderen geven de voorkeur aan een training die toegankelijk, gemakkelijk en goedkoop is. King (2001) geeft in zijn studie aan dat wandelen de meest geschikte fysieke activiteit is bij ouderen. Omwille van het ontbreken van voldoende bewijs voor een gunstig effect van wandelen 0(met of zonder additioneel gewicht) op BMD, spierkracht, evenwicht en levenskwaliteit werd in het kader van deze masterproef een RCT opgezet waarbij vrouwen met verminderde botdensiteit dagelijks wandelen met of zonder gewichtsvest.

4 Methode

4.1 Participanten en onderzoeksdesign

De rekrutering van de proefpersonen verliep via mail naar de leden van de seniorenuniversiteit van Universiteit Hasselt en via mond-aan-mond reclame door participanten. Volgende inclusiecriteria werden gehanteerd: postmenopauzale vrouwen, T-score < -1 , leeftijd > 45 jaar, sedentaire levensstijl en een verantwoorde deelname volgens de PAR-Q vragenlijst. Indien er geen osteopenie gevonden werd in de totale botmeting, werd er een specifieke meting van de heup gemaakt. De gehanteerde exclusiecriteria: borstkanker, een verhoogd valrisico, recente fracturen (minder dan drie maanden), visusstoornissen, medicatieproblemen, evenwichtsproblemen of een opvallende verandering in lengte of postuurveranderingen van meer dan twee centimeter. Vierentwintig proefpersonen kwamen in aanmerking voor de studie. Het studiedesign bestaat uit een randomized controlled trial (RCT) met twee groepen: een groep zonder gewichtsvest en een groep met gewichtsvest. De randomisatie werd aan de hand van een gesloten enveloppe systeem uitgevoerd.

Er werd een aanvraagformulier ingediend bij het ethisch comité van de Universiteit Hasselt. De aanvraag werd goedgekeurd op negen november 2015 met dossiernummer 14/088U. Elke deelnemer heeft voor aanvang van de wandelinterventie een informed consent ondertekend.



4.2 Protocol

In de RCT werden de participanten onderworpen aan een wandelinterventie. De standaard interventie beschreef een wandeling van een half uur aan stevig wandeltempo, vijf dagen per week gedurende drie opeenvolgende maanden. Het additioneel gewicht uit de gewichtsvestgroep bedroeg 8% van het eigen lichaamsgewicht met een maximum van 5 kg. Alle deelnemers werden geadviseerd om dagelijks een voedingssupplement voor vitamine D en calcium te nuttigen gedurende de interventie. De Whittings werd dagelijks gebruikt als activiteits- en gezondheidsmeter waardoor de participant feedback kreeg over zijn hartslag en het aantal stappen. Dit diende als extra stimulans voor de deelnemer. Deze informatie werd door de participanten op een online platform geregistreerd. Bij aanvang van de studie en na drie maanden werd er een botmeting, een bloedstaal, een maximale spierkrachttest, een evenwichtstest en een vragenlijst afgenomen. Deze worden hieronder verder besproken.

4.2.1 Primaire uitkomstmaten

BALP

Primair werd er gekeken naar botspecifiek alkalisch fosfatase (BALP), een glycoproteïne die rond osteoblasten aangetroffen wordt en de osteoblastische activiteit weergeeft. Aan de hand van de hoeveelheid BALP in het bloed kan er een schatting gemaakt worden over de snelheid van botvorming. BALP is een sensitieve en betrouwbare indicatie van het botmetabolisme. In een Algemeen Medisch Laboratorium in Antwerpen is de meting uitgevoerd aan de hand van een radioimmuunassay (RIA).

LICHAAMSSAMENSTELLING

Het menselijk lichaam is opgebouwd uit verschillende type weefsels, waaronder het vetvrije weefsel (botten, spieren, organen) en het vetweefsel. De DXA-scan meet nauwkeurig uit welke componenten je lichaamsgewicht is opgebouwd. Met behulp van deze scan wordt de diagnose van osteoporose gesteld. Het is de gouden standaard in het meten van de BMD en kan veranderingen over tijd monitoren (Morgan et al., 2017). Zoals reeds vermeld, wordt deze scan voor en na de interventie afgenomen bij de proefpersonen.

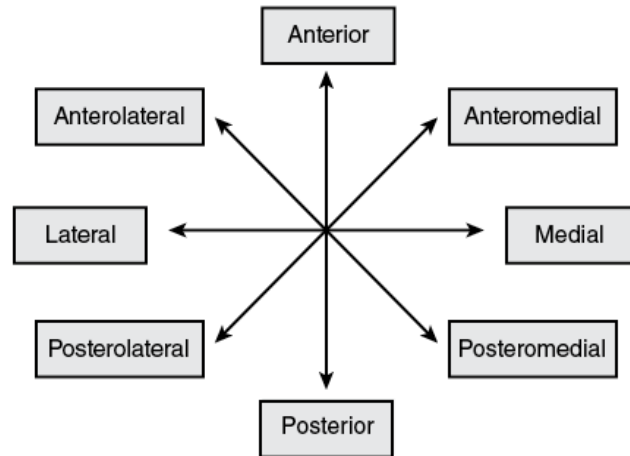
SPIERKRACHT

De gouden standaard voor het meten van spierkracht gebeurt aan de hand van de biodex dynamometer (Martin et al., 2006). Vooraf werd er een opwarming van 15 minuten voorzien, 10 minuten op de fietsergometer en 5 minuten spierkrachtoefeningen op fitnessstoestellen. De isometrische spierkracht werd gemeten in 45° en 90° knieflexie. De isokinetic spierkracht voor extensie werd gemeten vanuit een hoek van 45° naar 90°, dit gebeurde omgekeerd bij de meting naar flexie.

4.2.2 Secundaire uitkomstmaten

EVENWICHT

Met behulp van de star excursion balance test (SEBT) werd het evenwicht voor en na de interventie van de proefpersonen geanalyseerd in acht verschillende richtingen (Roghani et al., 2013). De participanten dienden zo ver mogelijk te reiken met hun niet-dominante been terwijl er gesteund werd op het dominante been. De test werd blootvoets uitgevoerd om bijkomende steun van het schoeisel te beperken. De meting werd twee keer overlopen en van de resultaten werd een gemiddelde genomen.



KWALITEIT VAN LEVEN

De SF-36 is een valide en betrouwbare vragenlijst over het welzijn, de functionele status en de algemene gezondheid van de patiënt (Gamus et al., 2016). Met behulp van deze test werd de levenskwaliteit van de patiënt voor de interventie vergeleken met de levenskwaliteit na de wandelinterventie.

4.3 Data-analyse

Vierentwintig vrouwen werden door willekeurige loting toegewezen aan één van beide interventiegroepen. Omwille van schouderklachten sloten twee dames uit de interventiegroep met gewichtsvest uiteindelijk toch aan bij de interventiegroep zonder vest. Alle data werden 'as treated' onderzocht met behulp van de statistische software JMP Pro versie 12.2.0. Omwille van een te kleine steekproefgrootte ($n=24$) en een asymmetrische verdeling van de deelnemers over de groep met vest ($n=10$) en deze zonder vest ($n=14$), werd steeds een niet-parametrische analyse gehanteerd. Een Mann-Whitney test werd uitgevoerd bij aanvang van de interventie om verschillen tussen de twee interventiegroepen voor patiënt karakteristieken na te gaan. Om het afzonderlijk effect van iedere interventie te analyseren hanteerde men een Wilcoxon signed rank test voor gepaarde gegevens. Tot slot werden ook de pre en post-verschilscores vergeleken tussen de groepen met de Mann-Whitney statistiek, om zo een mogelijk additioneel effect van het gewichtsvest te achterhalen. Het statistisch significantieniveau voor alle analyses bedroeg $p \leq 0.05$. Tot slot werd ook een multivariate analyse uitgevoerd van de krachtparameters enerzijds en de evenwichtsvariabelen anderzijds.

5 Resultaten

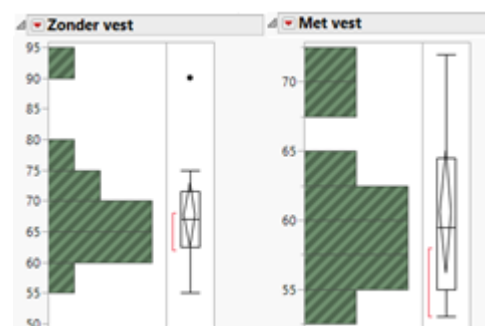
5.1 Patiëntkarakteristieken

De baselinemeting van de voornaamste patiëntkarakteristieken per interventiegroep zijn weergegeven in tabel 1. Het gemiddelde gewicht van de wandelaars met vest ligt hierbij lager dan dat van de wandelaars zonder vest vanwege één enkele outlier in deze laatste groep (fig. 1). Er werd echter noch voor gewicht, noch voor de overige parameters een significant verschil opgemeten bij aanvang van de studie.

Tabel 1: Patiëntkarakteristieken bij aanvang van de studie (Gemiddelde \pm SD).			
	Zonder vest (n=14)	Met vest (n=10)	P Base line
Leeftijd (jaar)	63.82 \pm 4.81	63.96 \pm 3.21	.967
Lengte (cm)	165.35 \pm 7.14	163.75 \pm 6.61	.674
Gewicht (kg)	67.28 \pm 8.38	60.60 \pm 6.17	.077
Vet percent (%)	35.59 \pm 5.63	33.50 \pm 4.84	.537
BMI (Kg/m ²)	24.65 \pm 4.46	22.09 \pm 3.29	.146
T-score	-1.32 \pm 1.03	-1.43 \pm 0.76	.229

BMI = Body mass index.
Statistisch significantieniveau * P \leq .05.

Figuur 1: spreidingsdiagram gewicht



5.2 Primaire uitkomstparameters

BOTDENSITEIT EN BOTMETABOLISME

De resultaten voor botdensiteit en biomarker analyse zijn weergegeven in tabel 2. De baselineparameters bij aanvang van de studie waren identiek in beide interventiegroepen. Na afloop van de interventie wijzigde de botdensiteit, gemeten over diverse locaties in het lichaam, slechts minimaal. Na het volgen van het standaard protocol bleef een beperkte toename van de thoracale botdensiteit (+4.49%, p=.072) en lumbale botdensiteit (+5.17%, p=.066) onder het vereiste significantieniveau. Ook wanneer gewandeld werd met gewichtsvest waren de verschillen, respectievelijk +4.00% (p=.091) en + 5.95% (p=.059), net niet significant. Een minieme daling van de T-score in de groep zonder vest (-3.03%) en deze in de groep met vest (-3.50%) was eveneens onvoldoende om een significant effect te bekomen.

Hoewel een relatieve verandering van de biomarker BALP duidelijker aanwezig was, bleef ook hier het resultaat in de groep zonder vest (+9.81%) en met vest (+8.26%) onder het vereiste significantieniveau. Van alle variabelen voor botdensiteit en botmetabolisme werd het verschil tussen de interventies na afloop van de studie vergeleken. Hoewel de resultaten niet geheel gelijklopend waren in beide groepen, kon geen significant groepseffect worden opgemaakt.

Tabel 2: Botdensiteit (BMD) en biomarker BALP tijdens baseline (Pre) en na 3 maanden interventie (Post).										
	Zonder vest (n=14)				Met vest (n=10)				P Base line	P groep
	Pre ± SD	Post ± SD	% Δ	P	Pre ± SD	Post ± SD	% Δ	P		
BMD (g/cm²)										
arm li	0.65 ± 0.07	0.66 ± 0.08	0.77	.621	0.61 ± 0.06	0.61 ± 0.05	0.66	.724	.319	.758
arm re	0.64 ± 0.06	0.64 ± 0.06	-0.31	.793	0.62 ± 0.04	0.62 ± 0.05	-0.32	.873	.482	.642
rib li	0.57 ± 0.05	0.57 ± 0.05	-0.18	.915	0.53 ± 0.05	0.53 ± 0.03	0.76	.641	.230	.316
rib re	0.61 ± 0.09	0.61 ± 0.12	0.49	.724	0.55 ± 0.04	0.55 ± 0.02	0.36	.821	.176	.822
TX	0.78 ± 0.12	0.82 ± 0.15	4.49	.072	0.75 ± 0.07	0.78 ± 0.14	4.00	.091	.463	.731
LX	0.91 ± 0.12	0.96 ± 0.13	5.17	.066	0.84 ± 0.08	0.89 ± 0.10	5.95	.059	.295	.844
Bekken	0.95 ± 0.09	0.96 ± 0.08	1.05	.287	0.90 ± 0.10	0.92 ± 0.08	1.67	.240	.350	.539
been li	1.02 ± 0.08	1.03 ± 0.09	0.98	.572	0.91 ± 0.09	0.92 ± 0.08	1.10	.262	.114	.647
been re	1.01 ± 0.12	1.02 ± 0.11	0.99	.429	0.93 ± 0.10	0.94 ± 0.08	1.06	.298	.281	.861
Totaal	0.97 ± 0.08	0.99 ± 0.08	1.34	.230	0.89 ± 0.06	0.90 ± 0.04	0.24	.257	.208	.728
T-score	-1.32 ± 1.03	-1.28 ± 0.95	-3.03	.218	-1.43 ± 0.76	-1.38 ± 0.49	-3.50	.206	.229	.613
Serum (µg/L)										
BALP	11.21 ± 8.68	12.34 ± 7.74	9.81	.148	11.46 ± 8.07	12.41 ± 7.87	8.26	.211	.664	.620

Geen significante verschillen tussen beide groepen tijdens pretest. Geen groepseffect zichtbaar na drie maanden interventie (post).
 Statistisch significantieniveau * P ≤ .05.

SPIERKRACHT

Vanwege afwijkende baselinewaarden tussen de interventiegroepen werd een omzetting naar kracht per kilogram gehanteerd (Tabel 3). Na drie maanden wandelen zonder vest was een significante toename van de isometrische kracht te meten in de hamstrings op 45° (+8.97%, p=.036). De deelnemers met vest presteerden eveneens beter op de posttest, doch noteerden net geen significant resultaat (+8.37%, p=.052). Deze laatste groep verbeterde daarenboven voor alle krachttesten van de quadriceps op significante wijze, zijnde de isometrische test in 45° (+10.79%, p=.015) en 90° (+10.11%, p=.021) evenals het resultaat op de isokinetische quadricepstest (+8.63%, p=.047). Onder de wandelaars zonder vest bleef de krachttoename van de quadriceps beperkt tot een net niet significante verbetering voor de isokinetische kracht (+6.13%, p=.084). Hoewel een verdere positieve trend van de

quadricepskracht achterwege bleef in de interventiegroep zonder vest, kon geen significant groepseffect worden aangetoond.

Tabel 3: Krachtmetingen tijdens baseline (Pre) en na 3 maanden interventie (Post).										
	Zonder vest (n=14)				Met vest (n=10)				P Base line	P Groep
	Pre ± SD	Post ± SD	% Δ	P	Pre ± SD	Post ± SD	% Δ	P		
Rel. kracht isom (N/kg)										
Quadr 45°	1.38 ± 0.23	1.43 ± 0.20	3.98	.260	1.37 ± 0.20	1.52 ± 0.27	10.79	.015*	.830	.135
Hamstr 45°	0.82 ± 0.14	0.89 ± 0.16	8.97	.036	0.86 ± 0.26	0.93 ± 0.28	8.37	.052	.394	.501
Quadr 90°	1.78 ± 0.37	1.85 ± 0.34	3.93	.242	1.70 ± 0.36	1.87 ± 0.42	10.11	.021*	.705	.168
Hamstr 90°	0.79 ± 0.23	0.81 ± 0.23	2.53	.427	0.84 ± 0.15	0.86 ± 0.12	2.38	.485	.121	.475
Rel. kracht isok (N/kg)										
Quadr 180°/s	0.98 ± 0.16	1.04 ± 0.10	6.13	.084	0.95 ± 0.11	1.03 ± 0.11	8.63	.047*	.429	.254
Hamstr 180°/s	0.63 ± 0.13	0.64 ± 0.13	1.89	.546	0.64 ± 0.14	0.65 ± 0.12	1.04	.627	.825	.714

*Geen significante verschillen tussen beide groepen tijdens pretest. Geen groepseffect zichtbaar na drie maanden interventie (post). Statistisch significantieniveau * P ≤ .05.*
Rel. kracht isom = relatief isometrische kracht (N/Kg); Rel. kracht isok(N/Kg) = Relatief isokinetische kracht(N/Kg), Quadr. = Quadriceps; Hamstr. = Hamstrings

LICHAAMSSAMENSTELLING

Gewicht, BMI en vetpercentage werden weergegeven in tabel 4. Na drie maanden wandelen daalde het percentage vet op significante wijze, met een afname van 2.64% (p=.021) in het standaardprotocol en 4.31% (p=.018) in de gewichtsvestgroep. Het gewicht en BMI bleven onder alle deelnemers nagenoeg identiek.

Tabel 4: Lichaamsgewicht, vetpercentage en Body mass index (BMI) tijdens baseline (Pre) en na 3 maanden interventie (Post).										
Lichaams-samenstelling	Zonder vest (n=14)				Met vest (n=10)				P Base line	P Groep
	Pre ± SD	Post ± SD	% Δ	P	Pre ± SD	Post ± SD	% Δ	P		
Gewicht (kg)	67.51 ± 0.61	67.38 ± 0.32	-0.20	.997	60.33 ± 10.82	60.31 ± 10.75	-0.03	.998	.075	.859
Vet percent (%)	35.59 ± 5.63	34.65 ± 5.18	-2.64	.021*	33.50 ± 4.84	32.05 ± 4.38	-4.31	.018*	.237	.553
BMI (Kg/m ²)	24.65 ± 4.46	24.58 ± 4.34	-0.28	.608	22.09 ± 3.29	22.08 ± 3.20	-0.05	.688	.146	.894

*Geen significante verschillen tussen beide groepen tijdens pretest. Geen groepseffect zichtbaar na drie maanden interventie (post). Statistisch significantieniveau * P ≤ .05.*

5.3 Secundaire uitkomstparameters

EVENWICHT

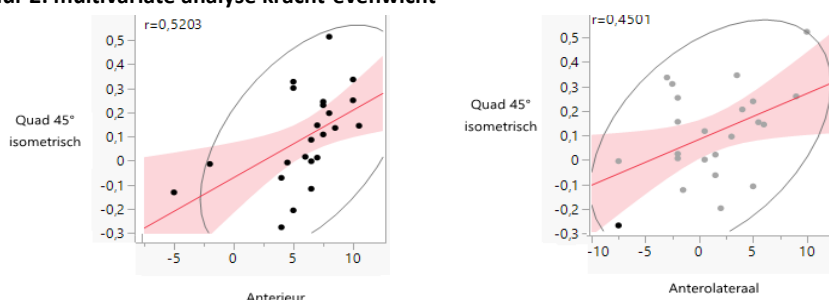
Tabel 5 geeft de resultaten van de SEBT weer. De pretest variantieanalyse toont geen noemenswaardige verschillen tussen beide groepen. Na drie maanden wandelen met vest verbeterde het evenwicht op significante wijze en dit zowel in anterieure (+11.14%, $p=.009$), anterolaterale (+9.24%, $p=.025$) en anteromediale richting (+7.68%, $p=.043$). De deelnemers zonder gewichtsvest toonden eveneens een lichte verbetering op de evenwichtsproef en dit voornamelijk in anterieure (+6.68%, $p=.074$) en anterolaterale richting (+6.02%, $p=.082$). De verschillen in deze laatste groep waren echter te beperkt om een significant effect aan te tonen. Hoewel de verschillen in beide groepen niet geheel gelijklopend zijn, kon er geen significant groepseffect worden aangetoond.

Tabel 5: Evenwichtsproef tijdens baseline (Pre) en na 3 maanden interventie (Post).										
	Zonder vest (n=14)				Met vest (n=10)				P Base Line	P groep
	Pre \pm SD	Post \pm SD	% Δ	P	Pre \pm SD	Post \pm SD	% Δ	p		
SEBT										
A	62.01 \pm 8.39	66.15 \pm 8.19	6.68	.074	60.05 \pm 6.37	67.58 \pm 5.49	11.14	.009*	.387	.206
AL	67.87 \pm 8.69	71.95 \pm 9.50	6.02	.082	66.23 \pm 7.78	72.35 \pm 5.39	9.24	.025*	.208	.385
L	65.40 \pm 4.56	68.20 \pm 5.62	4.28	.286	63.64 \pm 5.72	66.29 \pm 6.42	4.17	.323	.189	.793
PL	63.50 \pm 7.70	65.84 \pm 6.16	3.69	.417	62.41 \pm 8.70	63.36 \pm 5.80	3.03	.502	.401	.614
P	57.90 \pm 11.56	60.31 \pm 9.38	4.16	.297	58.54 \pm 8.38	61.02 \pm 7.62	4.24	.295	.217	.728
PM	50.67 \pm 8.81	52.03 \pm 8.96	2.69	.513	51.91 \pm 12.19	54.09 \pm 6.62	4.07	.364	.224	.515
M	41.43 \pm 12.78	41.15 \pm 14.25	4.15	.308	40.92 \pm 9.28	42.48 \pm 10.32	3.81	.471	.537	.621
AM	58.20 \pm 7.97	61.03 \pm 7.98	4.68	.229	58.74 \pm 7.82	63.25 \pm 7.88	7.68	.043*	.648	.325

Geen significante verschillen tussen beide groepen tijdens pretest. Geen groepseffect zichtbaar na drie maanden interventie (post). Statistisch significantieniveau * $P \leq .05$. SE test = Star Excursion balance test; A= anterieur; AL = Anterolateraal; L = Lateraal; PL = Posterolateraal; P = Posterieur; PM = Posteromediaal; M = Mediaal; AM = Anteromediaal.

Tot slot werd ook een multivariate analyse opgesteld tussen de evenwichtsvariabelen en de parameters uit de krachtanalyse (Fig.2). Dit resulteerde in een matig positieve correlatie tussen de isometrische quadricepskracht in 45° en het evenwicht in anterieure richting ($r=0.52$). De covariatie tussen de quadricepskracht en het evenwicht in anterolaterale richting was eerder zwak positief ($r=0.45$).

Figuur 2: multivariate analyse kracht-evenwicht



KWALITEIT VAN LEVEN

De resultaten op de SF-36 vragenlijst zijn weergegeven in tabel 6. Een significante vooruitgang was merkbaar voor de bevraging naar vitaliteit, wat resulteerde in een toename van 10.50 % (p=.049) na het volgen van het standaard protocol en 12.81 % (p=.024) na het wandelen met vest. Ook de subscore voor algemene gezondheid verbeterde aanzienlijk. Hier bleef de toename op de posttest, respectievelijk 5.52% (p=.083) in de groep met en 8.39% (p=.069) in de groep zonder vest, net onder het statistisch significantieniveau. De progressie op de overige deelscores was eerder subtiel, zodat ook de verbetering op de totaalscore voor de wandelaars met vest (+3.93%) en deze zonder vest (+4.32%) het significantieniveau niet oversteeg. De variantieanalyse toonde evenmin een significant verschil aan tussen de groepen bij aanvang van de studie, noch na drie maanden interventie.

Tabel 6: kwaliteit van leven tijdens baseline (Pre) en na 3 maanden interventie (Post).										
	Zonder vest (n=14)				Met vest (n=10)				P Base line	P groep
	Pre ± SD	Post ± SD	% Δ	P	Pre ± SD	Post ± SD	% Δ	P		
SF-36										
F fysiek	75.13 ± 26.23	77.43 ± 24.56	3.06	.673	73,18 ± 23,46	74,92 ± 25,49	2.38	.522	.329	.244
F sociaal	41.25 ± 16.28	42.44 ± 17.56	2.90	.651	42,25 ± 17,82	43,70 ± 15,84	3.41	.424	.627	.429
R fysiek	82.69 ± 29.35	84.97 ± 21.66	2.75	.782	81,56 ± 24,23	84,23 ± 21,47	3.27	.441	.433	.167
R emo	83.87 ± 31.45	86.26 ± 34.46	2.85	.721	81,82 ± 31,68	84,48 ± 33,15	3.25	.572	.325	.114
Ghz mentaal	68.45 ± 23.68	70.22 ± 24.66	2.59	.592	70,91 ± 21,18	71,00 ± 26,42	0.13	.230	.361	.412
Vitaliteit	75.48 ± 24.42	83.41 ± 26.90	10.50	.049*	73,18 ± 20,51	82,55 ± 24,88	12.81	.024*	.563	.562
Pijn	74.52 ± 23.62	76.58 ± 22.56	2.76	.451	72,98 ± 28,20	73,42 ± 23,71	0.60	.834	.638	.365
Ghz algemeen	70.58 ± 19.85	76.50 ± 21.66	8.39	.069	72,16 ± 17,86	76,14 ± 16,86	5.52	.083	.582	.882
Ghz progr	62.53 ± 25.07	64.13 ± 25.23	2.55	.519	61,76 ± 27,26	64,13 ± 29,66	3.83	.494	.723	.485
Totaal	70.50 ± 16.23	73.55 ± 18.32	4.32	.244	69,98 ± 19,58	72,73 ± 17,45	3.93	.185	.691	.361
Geen significante verschillen tussen beide groepen tijdens pretest. Geen groepseffect zichtbaar na drie maanden interventie (post). Statistisch significantieniveau * P ≤ .05. SF-36 subschalen: F fysiek = Fysiek functioneren; F sociaal = Sociaal functioneren; R fysiek = fysieke rol; R emo = emotionele rol; Ghz mentaal = Mentale gezondheid; Vitaliteit; Pijn; Ghz algemeen = Algemene gezondheid; Ghz progr = Gezondheidsprogressie; Totaal = totaalscore SF-36										

6 Discussie

Deze studie ging het effect na van een twaalf weken durend wandelprogramma bij postmenopauzale vrouwen met verminderde botdensiteit. De focus lag hierbij hoofdzakelijk op het waarnemen van een veranderde botdensiteit, botmetabolisme (BALP), spierkracht en lichaamssamenstelling, alsook het achterhalen van het additief effect van wandelen met gewichtsvest. De invloed van het wandelprogramma op evenwicht en kwaliteit van leven werd eveneens als secundaire parameter in kaart gebracht.

BOTDENSITEIT EN BOTMETABOLISME

In het verleden toonde Aoyagi et al. (2010) reeds aan dat een wandelinterventie gedurende twaalf maanden een toename van de botdensiteit ter hoogte van de wervelkolom induceert. Ook Foley et al. (2010) en Kim et al. (2012) maten op hun beurt een toename van de botdensiteit in de wervelkolom en heup en dit na respectievelijk 12 en 24 maanden wandelen aan lage en matige intensiteit. De positieve bevindingen werden echter niet geheel bevestigd in het huidige onderzoek. Enkel de thoracale en lumbale metingen vertoonden enige progressie na drie maanden wandelen. De overeenkomstige P-waarden benaderden in beide interventies de significantiegrens, maar konden deze echter geen van allen overschrijden. De T-score veranderde op haar beurt onvoldoende om een significante daling op te tekenen.

Hoewel deze recente resultaten een voorzichtig positieve trend lijken in te leiden, bleven statistisch belangrijke verschillen uit. Een mogelijke verklaring hiervoor kan gevonden worden in een vergelijkbare wandelinterventie van Yoo et al. (2010). Hij concludeerde dat een interventieduur van twaalf weken onvoldoende was om meetbare verschillen te bekomen, zelfs wanneer gewandeld werd met externe (enkel)gewichten. Deze bevinding werd later bevestigd door Burch et al. (2014) die stelde dat een interventieduur van minstens één tot twee jaar nodig was alvorens men de effectiviteit van een anti-osteoporotische interventie kan inschatten met behulp van een DXA-scan.

De analyse van BALP, een biomarker die de osteoblastische activiteit weergeeft, toonde slechts een relatieve verbetering aan na drie maanden interventie. De stijging op de posttest voor de wandelaars zonder vest (+9.81%) en met vest (+8.26%) was evenwel onvoldoende

om een significant interventie-effect noch groepseffect aan te tonen. De relatieve verbetering van het resultaat ligt nochtans binnen de verwachtingen gebaseerd op het onderzoek van Roghani et al. (2013). Hij rapporteerde in een gelijkaardige studie een significante toename van BALP in de groep zonder vest (+10.25%, $p=.03$) en met vest (+7.31%, $p=.05$), dit tegenover een afname in de controle groep. De progressie die zichtbaar was onder alle wandelaars wees op een verhoogd botmetabolisme door toedoen van osteoblasten en dit na slechts zes weken interventie. In de huidige studie kon een evenredige progressie niet worden vertaald naar een significante p -waarde. Beide studies maakten gebruik van een zeer kleine interventiegroep ($n=24$ en $n=36$) zodat een mogelijke verklaring elders dient gezocht te worden. Roghani et al. (2013) beschikte evenwel over een zeer homogene onderzoekspopulatie en includeerde enkel dames met een T-score van ten minste -2.5 SD. Onze huidige doelgroep vertoonde veel minder homogeniteit waardoor echte interventie effecten moeilijker op te pikken zijn.

SPIERKRACHT EN LICHAAMSSAMENSTELLING

Uit de analyse van de krachttesten blijkt een significante toename van de statische hamstringkracht in 45° na het volgen van het standaard wandelprotocol. Dat het resultaat onder de wandelaars met vest het significantieniveau net mistte kan veeleer worden verklaard door een verschillend aantal deelnemers tussen de interventiegroepen, aangezien de relatieve verbetering voor beide interventies van eenzelfde grootteorde was. Bovendien verbeterde enkel de gewichtsvestgroep aanzienlijk op alle krachtmetingen van de quadriceps.

De positieve impact van een wandelprogramma op de spierkracht in de onderste ledematen werd in het verleden reeds uitvoerig onderzocht. Zo vond De Souza Santos et al. (2011) een globale toename van de kracht in de onderste ledematen na het volgen van een low impact wandel programma gedurende tien weken. In dit onderzoek werd echter uitsluitend gebruik gemaakt van functionele krachtmetingen, zodat de precieze locatie en aard van de krachttoename onduidelijk bleef. Paolillo et al. (2014) maakte wel gebruik van isokinetische en isometrische dynamometrie voor de evaluatie van uitsluitend de quadricepskracht. In deze studie wandelden alle deelnemers aan een verhoogde intensiteit, wat resulteerde in een significante toename van de isokinetische en isometrische quadricepskracht.

In de recente studie werd de intensiteit verhoogd door het dragen van een additioneel gewichtsvest. Ook nu werd een significante toename van de isokinetische en isometrische quadricepskracht gevonden, zodat deze resultaten aansluiten bij bovenstaande bevindingen.

Aangezien deze progressie grotendeels achterwege bleef onder de wandelaars zonder vest, lijkt zich een voorzichtige trend af te tekenen. Zo is de krachtswinst mogelijks groter in de gewichtsvestgroep, waarbij voornamelijk het extensiemoment in de knie extra benadrukt wordt. De between-group variantieanalyse kon echter geen significante groepsverschillen bloot leggen. Een plausibele verklaring hiervoor kan gevonden worden in de grote heterogeniteit die tussen beide groepen heerste bij aanvang van de interventie. Na een ingevoerde correctie voor lichaamsgewicht bleven de baselineverschillen onder het significantieniveau, maar veroorzaakten ze ongetwijfeld nog een substantieel deel aan onverklaarde variantie. Paolilo et al. (2014) maakte in zijn onderzoek gebruik van één enkele interventiegroep en nam uitsluitend de quadricepskracht op in het krachtprotocol, zodat voorgaande hypothese niet getoetst kan worden aan zijn resultaten.

Uit de recente metingen blijkt eveneens een positieve impact van het wandelprogramma op de lichaamssamenstelling onder de deelnemers. Zo nam het vetpercentage op significante wijze af in beide interventiegroepen. Dit impliceert indirect een toename van de vetvrijemassa en spiermassa, aangezien ook de botmassa en het totale lichaamsgewicht niet veranderden. De resultaten betreffende de lichaamssamenstelling verduidelijken bovendien de bevindingen uit de krachtanalyse. Gezien de gelijkmatige verbetering in relatieve kracht en vetvrije massa, lijkt de relatieve krachtswinst niet zozeer het resultaat van een afname in lichaamsgewicht, maar veeleer het gevolg te zijn van een toename in spiermassa en absolute kracht onder de deelnemers. Hoewel de posttesten voor lichaamssamenstelling geen aanleiding gaven tot een significant groepseffect, suggereren de resultaten ook hier een beperkte winst in het voordeel van de gewichtsvestgroep. Borer et al. (2007) onderzocht deze hypothese reeds uitvoerig in een wandelinterventie aan lage en matige intensiteit bij postmenopauzale vrouwen. Waar na 15 weken slechts een beperkt verschil in spiermassa meetbaar was tekende zich een duidelijk groepseffect af na 30 weken interventie. Een verhoogde wandelintensiteit resulteerde hier in een afname van de vetvrije massa en toename van de spiermassa in de onderste ledematen. In de recente studie werd echter de totale lichaamssamenstelling bepaald, waardoor het resultaat minder nadrukkelijk aanwezig

was. Daarnaast werd ook hier een mogelijk groepseffect gemaskeerd door de heterogeniteit van de baselineparameters.

EVENWICHT

De huidige resultaten tonen een positief effect aan van de wandelinterventie op het evenwicht, gemeten met de SEBT. Dat de deelnemers hierbij voornamelijk in anterieure, anterolaterale en anteromediale richting verbeterden is niet geheel onlogisch, gezien de voorwaartse karakteristiek van het normale gangpatroon. Deze resultaten moeten met enige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd. Zo werd de evenwichtstest in de huidige studie afgenomen door vier verschillende onderzoekers. Hierdoor kan niet enkel een performance bias optreden, maar leidt bovendien een zwakke inter-rater betrouwbaarheid die eigen is aan deze test, tot variabele meetresultaten (Hyon et al., 2014). Ondanks de positieve resultaten op de evenwichtstest liggen deze bevindingen slechts gedeeltelijk in lijn met de bestaande literatuur. Zo toonde Roghani et al. (2013) eerder een significante verbetering aan voor vijf van de zes richtingen op dezelfde evenwichtsproef na afloop van een standaard wandelprotocol. Het dragen van een gewichtsvest resulteerde bovendien in een extra voordeel op de SEBT, waardoor deze deelnemers op alle evenwichtsassen vooruit gingen. In een gelijkaardige studie van Yoo et al. (2010) waarin de deelnemers gebruik maakten van een enkelgewicht kon echter geen positief effect op het evenwicht worden nagegaan, ondanks de progressie die de deelnemers toonden op de functionele krachtmeting in de onderste ledematen.

Gezien de opmerkelijke gelijkenis die heerst tussen beide interventieprotocollen stelt zich de vraag of een progressie van het evenwicht de resultante is van een globale krachtstoename in de onderste ledematen, dan wel voornamelijk wordt bepaald door de geleverde kracht in de quadriceps. Liu-Ambrose et al. (2003) duidde eerder al op de bijzondere lichaamskarakteristiek die postmenopauzale vrouwen met osteoporose onderscheidt van gezonde leeftijdsgenoten. Een afname van de quadricepskracht, een toename van de posturale sway en een verminderd evenwicht was kenmerkend voor deze patiëntenpopulatie. Om deze hypothese te toetsen werd in de huidige studie de correlatie bepaald tussen de gemeten kracht enerzijds en het evenwicht anderzijds. Hieruit bleek dat de geleverde isometrische quadricepskracht in 45° covarieert met de evenwichtsprestatie in

anterieure en anterolaterale richting. Hoewel deze onderzochte relatie niet voldoende krachtig was om een direct oorzakelijk verband te achterhalen, geeft ze ons mogelijk een bredere inzicht in de effecten van een wandelprogramma. Een diepgaande analyse van de evenwicht-kracht relatie overtreft echter de reikwijdte van deze studie. Verder onderzoek is bijgevolg nodig om de optimale trainingsparameters binnen een wandelprogramma te bepalen.

KWALITEIT VAN LEVEN

Om de levenskwaliteit onder de deelnemers te beoordelen werd de SF-36 vragenlijst geanalyseerd. Zowel de wandelaars met en zonder vest rapporteerden een significant hogere score op de bevraging naar vitaliteit. Ook de bevraging naar algemene gezondheid verbeterde in enige mate, maar oversteeg in geen van beide interventiegroepen het significantieniveau. Deze resultaten sluiten gedeeltelijk aan bij de bevindingen van Imayama et al. (2011). Na het volgen van diverse oefenprogramma's verbeterden deze deelnemers voor fysiek functioneren, fysieke rol, vitaliteit en algemene gezondheid. Verder bleek dat, ongeacht de gevolgde interventie, een afname van het lichaamsgewicht resulteerde in een toename van de fysieke componenten van de SF-36 vragenlijst, terwijl een toename in aerobe capaciteit tot uiting kwam in de sub dimensies vitaliteit en algemene gezondheid. Hoewel de aerobe capaciteit niet nader werd onderzocht in de huidige interventie, is een toename van de fysieke uithouding niet onwaarschijnlijk na het volgen van een 12 weken durend wandelprotocol, wat op haar beurt een positieve invloed kan hebben op de kwaliteit van leven.

LIMITATIES

Een van de voornaamste beperkingen in deze studie betreft het te klein aantal deelnemers opgenomen in de interventie. Vanwege de beperkte patiëntenpool die werd gerekruteerd en de opname van een tweede interventiegroep in het protocol met vest, kon geen extra controlegroep worden samengesteld voor de evaluatie van de testresultaten. Hoewel de deelnemers bij willekeur werden ingedeeld, resulteerde dit niet in een optimale verdeling van de patiëntkarakteristieken over de interventiegroepen heen. Zo kon een mogelijk groepseffect door het dragen van een gewichtsvest niet worden achterhaald. Bijkomstig

bleek ook de inter-rater betrouwbaarheid van de evenwichtstest te interfereren met de testresultaten.

Gezien de praktische haalbaarheid en toegankelijkheid van een wandelprogramma is deze interventie uiterst geschikt voor een zelfstandige toepassing in de thuisomgeving. Als gevolg hiervan werd de uitkomst mede bepaald door een heel aantal verstorende variabelen. Zo kon de inname van vitamine D en Calcium niet worden geëvalueerd en is de ware intensiteit en duur van de dagelijkse wandeling moeilijk te achterhalen. Op deze laatste variabele werd door de onderzoekers deels ingespeeld door het hanteren van de Withings stappenteller. Hoewel deze handige tool enerzijds motiverend werkt en bovendien inzicht verschaft in de totale hoeveelheid fysieke activiteit van de deelnemers, maakt ze verder geen onderscheid tussen de normale dagelijkse portie beweging en de extra wandeling die werd opgelegd door het protocol. Om verder tegemoet te komen aan de laagdrempeligheid van dit onderzoek werd de interventieduur beperkt tot drie maanden. Een langere tijdsperiode is niet enkel noodzakelijk om een werkelijk verschil in botdensiteit waar te nemen, ze zou bovendien inzicht kunnen verschaffen in de praktische haalbaarheid van een wandelprogramma binnen de revalidatie en preventie van osteoporose.

7 Conclusie en aanbevelingen

Postmenopauzale vrouwen met osteoporose hebben een verhoogde kans op botfracturen in vergelijking met gezonde leeftijdsgenoten, niet enkel omwille van de verminderde botdensiteit, maar ook vanwege een toegenomen valrisico. Een verminderde spierkracht en spiermassa en een verhoogd vetpercentage en lichaamsgewicht in deze patiëntenpopulatie zijn hiervan de voornaamste fysiologische karakteristieken (Liu-Ambrose et al., 2003). Het gehanteerde wandelprogramma heeft een positief effect op deze voornaamste valgerelateerde risicofactoren. Zo stijgt de spierkracht in de onderste ledematen, neemt het totale vetpercentage af en verbetert het evenwicht in de hoofzakelijk anterieure wandelrichtingen. Ook de psychosociale impact ten gevolge van osteoporose wordt door deze interventie positief beïnvloed. Uit de zelfrapportage blijkt een verhoogde vitaliteit onder de deelnemers die zelfs een beperkte weerspiegeling vindt in de algemene gezondheidsbeleving.

De suggestie dat een wandelprogramma een positieve impact heeft op de botdensiteit en botmetabolisme kan niet worden bevestigd na slechts drie maanden interventie. Ook het mogelijk positieve effect van het dragen van een gewichtsvest wordt niet geheel uitgeklaard. Verder onderzoek naar de effectiviteit van een wandelprogramma bij postmenopauzale vrouwen kan hier duidelijkheid brengen.

8 Referentielijst

- Aoyagi, Y., Park, H., Park, S., Yoshiuchi, K., Kikuchi, H., Kawakami, H., ... & Shephard, R. J. (2010). Interactive effects of milk basic protein supplements and habitual physical activity on bone health in older women: A 1-year randomized controlled trial. *International dairy journal*, 20(10), 724-730.
- Borer, K. T., Fogleman, K., Gross, M., La New, J. M., & Dengel, D. (2007). Walking intensity for postmenopausal bone mineral preservation and accrual. *Bone*, 41(4), 713-721.
- Burch, J., Rice, S., Yang, H., Neilson, A., Stirk, L., Francis, R., Craig, D. (2014). Systematic review of the use of bone turnover markers for monitoring the response to osteoporosis treatment: the secondary prevention of fractures, and primary prevention of fractures in high-risk groups. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*.58(9):M862-6.
- Compston, J. (2016). Osteoporosis: advances in risk assessment and management. *Clinical Medicine*, 16(Suppl 6), s121-s124.
- De Souza Santos C., Dantas E., Moreira M. (2011). Correlation of physical aptitude; functional capacity, corporal balance and quality of life (QoL) among elderly women submitted to a post-menopausal physical activities program., *Arch Gerontol Geriatr*. 53(3):344-9.
- Ettinger, B. (1988). Prevention of osteoporosis: treatment of estradiol deficiency. *Obstetrics & Gynecology*, 72(5), 12S-17S.
- Evans, E. M., Racette, S. B., Van Pelt, R. E., Peterson, L. R., & Villareal, D. T. (2007). Effects of soy protein isolate and moderate exercise on bone turnover and bone mineral density in postmenopausal women. *Menopause (New York, NY)*, 14(3 Pt 1), 481.
- Foley, S., Quinn, S., & Jones, G. (2010). Pedometer determined ambulatory activity and bone mass: a population-based longitudinal study in older adults. *Osteoporosis International*, 21(11), 1809-1816.
- Gamus, D., Glasser, S., Langner, E., Beth-Hakimian, A., Caspi, I., Carmel, N., ... & Lerner-Geva, L. (2016). Psychometric properties of the Hebrew version of the Oswestry Disability Index. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, (Preprint), 1-9
- Gualano, B., Macedo, A. R., Alves, C. R. R., Roschel, H., Benatti, F. B., Takayama, L., ... & Pereira, R. M. R. (2014). Creatine supplementation and resistance training in vulnerable older women: a randomized double-blind placebo-controlled clinical trial. *Experimental gerontology*, 53, 7-15.
- Humphries, B., Fenning, A., Dugan, E., Guinane, J., & MacRae, K. (2009). Whole-body vibration effects on bone mineral density in women with or without resistance training. *Aviation, space, and environmental medicine*, 80(12), 1025-1031.
- Hyong, I.H., Kim, J.H., (2014). Test of Intrarater and Interrater Reliability for the Star Excursion Balance Test, *Journal of Physical Therapy Science*, 26(8): 1139–1141.
- Imayama, I., Alfano, C. M., Kong, A., Foster-Schubert, K. E., Bain, C. E., Xiao, L., . . . McTiernan, A. (2011). Dietary weight loss and exercise interventions effects on quality of life in overweight/obese postmenopausal women: a randomized controlled trial. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 8, 118.
- Kim, K. Z., Shin, A., Lee, J., Myung, S. K., & Kim, J. (2012). The beneficial effect of leisure-time physical activity on bone mineral density in pre- and postmenopausal women. *Calcif Tissue Int*, 91(3), 178-185.
- King, A. C. (2001). Interventions to promote physical activity by older adults. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 56(suppl 2), 36-46.

- Klentrou, P., Slack, J., Roy, B., & Ladouceur, M. (2007). Effects of exercise training with weighted vests on bone turnover and isokinetic strength in postmenopausal women. *Journal of aging and physical activity*, 15(3), 287-299.
- Krane, S. M. (2005). Identifying genes that regulate bone remodeling as potential therapeutic targets. *Journal of Experimental Medicine*, 201(6), 841-843.
- Liu-Ambrose, T., Eng J.J., Khan K., Carter N., McKay H. (2003). 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*.58(9):M862-6.
- Martin, H. J., Yule, V., Syddall, H. E., Dennison, E. M., Cooper, C., & Aihie Sayer, A. (2006). Is hand-held dynamometry useful for the measurement of quadriceps strength in older people? A comparison with the gold standard Biodex dynamometry. *Gerontology*, 52(3), 154-159.
- Morgan, S. L., & Prater, G. L. (2017). Quality in dual-energy X-ray absorptiometry scans. *Bone*.
- Mosti, M. P., Kaehler, N., Stunes, A. K., Hoff, J., & Syversen, U. (2013). Maximal strength training in postmenopausal women with osteoporosis or osteopenia. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(10), 2879-2886.
- Paolillo, F. R., Corazza, A. V., Paolillo, A. R., Borghi-Silva, A., Arena, R., Kurachi, C., & Bagnato, V. S. (2014). Phototherapy during treadmill training improves quadriceps performance in postmenopausal women. *Climacteric*, 17(3), 285-293.
- Roghani, T., Torkaman, G., Movassegh, S., Hedayati, M., Goosheh, B., & Bayat, N. (2013). Effects of short-term aerobic exercise with and without external loading on bone metabolism and balance in postmenopausal women with osteoporosis. *Rheumatology international*, 33(2), 291-298.
- Shen, C. L., Chyu, M. C., Yeh, J. K., Zhang, Y., Pence, B. C., Felton, C. K., ... & Wang, J. S. (2012). Effect of green tea and Tai Chi on bone health in postmenopausal osteopenic women: a 6-month randomized placebo-controlled trial. *Osteoporosis International*, 23(5), 1541-1552.
- Tabatabaei-Malazy, O., Salari, P., Khashayar, P., & Larijani, B. (2017). New horizons in treatment of osteoporosis. *DARU Journal of Pharmaceutical Sciences*, 25(1), 2.
- Wayne, P. M., Buring, J. E., Davis, R. B., Connors, E. M., Bonato, P., Patrilli, B., ... & Kiel, D. P. (2010). Tai Chi for osteopenic women: design and rationale of a pragmatic randomized controlled trial. *BMC musculoskeletal disorders*, 11(1), 40.
- Xu, J., Lombardi, G., Jiao, W., & Banfi, G. (2016). Effects of exercise on bone status in female subjects, from young girls to postmenopausal women: an overview of systematic reviews and meta-analyses. *Sports Medicine*, 46(8), 1165-1182.
- Yoo, E. J., Jun, T. W., & Hawkins, S. A. (2010). The effects of a walking exercise program on fall-related fitness, bone metabolism, and fall-related psychological factors in elderly women. *Research in sports medicine*, 18(4), 236-250.

Auteursrechtelijke overeenkomst

Ik/wij verlenen het wereldwijde auteursrecht voor de ingediende eindverhandeling:

Het effect van een wandelprogramma op botmarkers, botdensiteit, spierkracht, lichaamssamenstelling, evenwicht en kwaliteit van leven bij postmenopauzale vrouwen met een verminderde botdensiteit.

Richting: **master in de revalidatiewetenschappen en de kinesitherapie-revalidatiewetenschappen en kinesitherapie bij musculoskeletale aandoeningen**

Jaar: **2017**

in alle mogelijke mediaformaten, - bestaande en in de toekomst te ontwikkelen - , aan de Universiteit Hasselt.

Niet tegenstaand deze toekenning van het auteursrecht aan de Universiteit Hasselt behoud ik als auteur het recht om de eindverhandeling, - in zijn geheel of gedeeltelijk -, vrij te reproduceren, (her)publiceren of distribueren zonder de toelating te moeten verkrijgen van de Universiteit Hasselt.

Ik bevestig dat de eindverhandeling mijn origineel werk is, en dat ik het recht heb om de rechten te verlenen die in deze overeenkomst worden beschreven. Ik verklaar tevens dat de eindverhandeling, naar mijn weten, het auteursrecht van anderen niet overtreedt.

Ik verklaar tevens dat ik voor het materiaal in de eindverhandeling dat beschermd wordt door het auteursrecht, de nodige toelatingen heb verkregen zodat ik deze ook aan de Universiteit Hasselt kan overdragen en dat dit duidelijk in de tekst en inhoud van de eindverhandeling werd genotificeerd.

Universiteit Hasselt zal mij als auteur(s) van de eindverhandeling identificeren en zal geen wijzigingen aanbrengen aan de eindverhandeling, uitgezonderd deze toegelaten door deze overeenkomst.

Voor akkoord,

Hendrickx, Jan

Jacobs, Ruth