

Fontys Paramedische Hogeschool

Opleiding Podotherapie

Balanstraining voor patiënten met enkelinstabiliteit.

Het effect van training op de postural control.

Naam en studentnummer

Student: Kelly Marcellis

Studentnummer: 2165627

Begeleiders

(1e) Pieter Litjens

(2e) Mark Arts

Tweede versie, 14-08-14, Eindhoven.

Samenvatting Nederlands.

Inleiding: Enkelblessures behoren tot de meest voorkomende sportblessures. Na een eerste trauma ontstaat in 20 tot 50% van de gevallen chronische enkel instabiliteit (CAI). Podotherapeuten komen vaak in aanraking met chronische enkelinstabiliteit en de blessures die hierdoor veroorzaakt worden. Revalidatie en training bij CAI heeft als doel het verbeteren van de balans en postural control. De postural control wordt omschreven als mate van controle over de posities in gewrichten en het vermogen om veranderingen in de gewrichtsposities te stabiliseren. Een goede postural control zorgt voor een goede balans. Het geven van goede trainingsadviezen kan bijdragen aan de preventie van blessures. Veelal worden in de podotherapiepraktijk unilaterale stand en sprong oefeningen meegegeven om de postural control te verbeteren, maar mogelijk kan een balance board een nieuwe dimensie aan het behandelingstraject toevoegen.

Methode: Een literatuurstudie is uitgevoerd om het antwoord te geven op de volgende vraag: Wat is het effect van balanstraining op de postural control van patiënten met enkelinstabiliteit? De databases PubMed, SPORTDiscus en CINAHL zijn doorzocht met behulp van de inclusie en exclusiecriteria. Vervolgens zijn de geïncludeerde artikelen beoordeeld op methodologische kwaliteit met behulp van de opgestelde beoordelingslijsten.

Resultaten: De resultaten van deze studie tonen gemengde effecten op de statische postural control en positieve effecten op dynamische postural control na balanstraining. Na het trainen op het balance board vonden de meerderheid van de onderzoekers (5 van de 6) een significante verbetering van de statische postural control. Deze verbeteringen werden in enkele onderzoeken gevonden bij zowel het getrainde als het ongetrainde been. In één onderzoek leek de statische postural control verslechterd, maar dit was niet significant. De dynamische postural control (na training op een balance board) werd gemeten door twee onderzoekers. Deze onderzoeken lieten beiden een significante verbetering de dynamische postural control zien. Na het trainen met behulp van unilaterale stand en sprong oefeningen werden gemengde resultaten gevonden. In twee onderzoeken vonden ze significante verbeteringen van de statische postural control, in één artikel vonden ze gemengde resultaten en in één artikel werd geen significant effect gevonden van de training. De dynamische postural control verbeterde na de trainingen significant.

Conclusie: Op basis van deze literatuurstudie kan worden geconcludeerd dat balanstraining een positief effect heeft op de dynamische postural control. De resultaten op de statische postural control zijn gemengd. Gezien de resultaten lijkt het trainen op een balance board effectiever te zijn ter verbetering van de statische postural control. De dynamische postural control verbeterd na beide vormen van training.

English Summary.

Background: Ankle injuries are one of the most common injuries in sports. After the initial trauma there's a 20-50% chance of developing chronic ankle instability (CAI). Podiatrists often encounter patients with chronic ankle instability and the injuries caused by it. Rehabilitation and training is often used to improve balance and postural control. The postural control is described as the amount of control one has over their joints and the ability to control changes in joint position. Thereby a better postural control creates a better balance. Giving good training advises can lead to a decrease in ankle injuries. In the podiatry clinic therapists usually give their patients a training scheme existing of unilateral stance and jump exercises but the addition of a balance board may be valuable to further extend the possibilities of their training.

Methods: A review of literature was conducted to answer the following main question: What are the effects of balance training on the postural control of patients with ankle instability? Databases PubMed, SPORTDiscus and CINAHL were searched with the inclusion and exclusion criteria and all included articles were scored on methodological quality.

Results: The results of this study show mixed effects on both static and dynamic postural control. After training on a balance board most articles (5 out of 6) show significant improvements of the static postural control. These improvements were found in both the trained and untrained leg. One article shows a slight decrease in static postural control, however this was not significant. Two researchers found significant improvements in dynamic postural control after training on a balance board. Training with unilateral stance and jump exercises show mixed results. Two articles showed positive results on static postural control, one articles showed mixed results and one articles showed no significant results. However, dynamic postural control increased significantly after training.

Conclusion: Based on this review of literature can be concluded that balance trainings seems to have a positive effect on the dynamic postural control. Effects on static postural control are mixed. Results show that training on a balance board seems to be more effective to increase static postural control. Both balance board training and the conventional exercises result in an increase of the dynamic postural control.

Inleiding.

Nederlandse sporters liepen in 2012 in totaal 770.000 sportblessures op aan de enkel. Dit is goed voor 17% van alle sportblessures in 2012.¹ Enkelblessures zijn daarmee na knieblessures (19%) de meest voorkomende sportblessures. Voor 40% van deze enkelblessures is een medische behandeling nodig. Op de spoed eisende hulp zijn 16% van alle behandelde blessures enkelblessures. De kans om een enkelblessure op te lopen is 0,35 per 1000 uur sport en deze wordt het meest opgelopen bij veldvoetbal (28%), hardlopen (15%) en in het bewegingsonderwijs (13%).¹ In de 59% betreft het een blessure aan de laterale ligamenten, deze wordt opgelopen bij een geforceerde plantairflexie en inversie van de voet.^{1,2} Uit het onderzoek van Webster et al.³ blijkt dat er na een eerste inversietrauma een verhoogd risico van 70-80% is op een herhaald trauma. Dit kan leiden tot chronische enkel instabiliteit (chronic ankle instability, CAI) in 20 tot 50% van deze gevallen.^{1,2,3,4} Gezien het grote aantal enkelblessures dat jaarlijks wordt opgelopen (770.000 in 2012)¹ zijn er dus ook veel gevallen van chronische enkel instabiliteit. CAI is het resultaat van functionele instabiliteit, mechanische instabiliteit of een combinatie van die twee.³

Er zijn verschillende risicofactoren voor een inversietrauma en enkelinstabiliteit.^{5,6} Zo is een verminderde postural control een van de grootste risicofactoren. Een verminderde postural control wordt omschreven als een verminderde controle over de posities van gewrichten. Het lichaam moet veranderingen van posities in gewrichten en de werking van destabiliserende krachten hierop stabiliseren door het gebruik van spieren. Bij patiënten met CAI is dit vermogen afgenomen door een verminderde proprioceptie. Dit resulteert in een vergrootte postural sway: een vergrootte deviatie van het centre of pressure (CoP) buiten het steunvlak van het lichaam die zorgt voor instabiliteit.^{5,6} Ook is een verminderde spierkracht van de invertoren en evertoren van de enkel een risicofactor evenals een verminderde of vergrootte range of motion (ROM) van de gewrichten in de enkel.⁵ Zo zijn een verminderde ROM van de dorsaalflexie van het bovenste spronggewricht, een vergrootte ROM van subtalare eversie en een vergrootte ROM van het eerste metatarso-phalangeale gewricht belangrijke risicofactoren.⁵

Conservatieve therapie ter verbetering van de bovenstaande factoren en preventie van herhaalde inversietraumata kan bestaan uit training, taping, braces, inlegzolen en/of schoenadviezen.^{3,5,7,8}

Revalidatie en training bij CAI heeft als doel het verbeteren van de balans om zo een herhaald inversietrauma te voorkomen.^{2,3,4,5,7,9} Balanstraining wordt uitgevoerd om de proprioceptie, en daardoor de postural control, te vergroten. Er wordt getraind om het CoP en het centre of gravity boven het steunvlak van het lichaam te houden en zo de postural sway te verkleinen.⁹ Het verwerken van afferente informatie (krachten op de ligamenten, intra-articulaire druk, mechanische stress in het gewricht) en het afgeven van een correcte efferente reactie om spieren in het been te activeren, is van groot belang voor een goede balans.^{4,9} Een verminderde proprioceptie zorgt ervoor dat het versturen en verwerken van de afferente informatie verminderd, met als gevolg een verminderd vermogen te reageren op standsveranderingen in gewrichten. Balanstraining wordt vaak toegepast omdat deze

manier van trainen veeleisend is voor het neuromusculaire systeem. Het versturen, verwerken en reageren op verkregen afferente informatie wordt hierdoor verbeterd waardoor de balans verbeterd. ^{4,9} Een van de methoden van balanstraining betreft het trainen op een zogenaamd 'balance board' (ook benoemd als ankle disk, wobble board of dura disk). Deze training wordt aangeraden door de lage kosten, het gebruiksgemak, de eenvoud van de oefening en omdat een 'balance board' gemakkelijk te transporteren is.⁴

Omdat podotherapeuten vaak in aanraking komen met CAI en hieruit voorkomende enkelblessures kan het geven van goede trainingsadviezen bijdragen aan de preventie hiervan. In de podotherapie praktijk worden veelal oefeningen meegegeven, zoals het staan op één been en verschillende sprongoefeningen, met de intentie de stabiliteit in de enkel te vergroten. Deze sprongoefeningen bestaan uit het springen in de anterior/posterior richting en mediaal/laterale richting waarna de patiënt zichzelf moet opvangen en stabiliseren. Zoals eerder beschreven is het trainen op een balance board ook een veelvoorkomende manier van trainen.⁴ Door het gebruiksgemak zou deze vorm van training ook in de podotherapeutische praktijk kunnen worden toegepast. Een balance board kan gemakkelijk worden uitgeleend aan patiënten gedurende een langere tijd. Op deze manier zou de podotherapeut naast de gebruikelijke interventies een nieuwe dimensie aan zijn behandelingstraject kunnen toevoegen. Hierdoor kunnen blessures mogelijk sneller en beter genezen en kunnen nieuwe blessures mogelijk worden voorkomen. Dit zou positief zijn voor de patiënt zelf, maar ook voor de gezondheidszorg en de werkgever. De gemiddelde kosten van een enkelblessure die op de spoedeisende hulp wordt behandeld bedragen 980 euro.¹ In 2012 zorgde dit voor totale kosten van 22 miljoen euro. De gemiddelde medische kosten van enkelblessures worden geschat op een jaarlijks bedrag van 47 miljoen euro en de kosten door arbeidsverzuim worden geschat op een jaarlijks bedrag van 140 miljoen euro.¹ Door betere preventieve maatregelen kunnen deze kosten mogelijk worden terug gedrongen. Het is onbekend in welke mate de in de podotherapeutische praktijk toepasbare trainingsvormen hiervoor effectief zijn. Tevens is onbekend of een balance board dermate positieve resultaten geeft om een toegevoegde waarde te zijn in de podotherapeutische praktijk (naast de gebruikelijke oefeningen). Het doel van deze studie is dan ook het onderzoeken van de effecten van deze, in de podotherapeutische praktijk toepasbare, vormen van balanstraining.

Vraagstelling:

Wat is het effect van balanstraining op de postural control van patiënten met enkelinstabiliteit?

Methode.

Om het antwoord op de bovenstaande vraagstelling te vinden en formuleren is een literatuurstudie uitgevoerd. Hierin is onderzocht wat de effecten zijn van balanstraining (met en zonder balance board) op de balans van mensen met enkelinstabiliteit. Deze studie is uitgevoerd om te onderzoeken of een balance board in de podotherapeutische praktijk een toegevoegde waarde kan zijn naast de gebruikelijke (unilaterale stand en sprong) oefeningen en wat hierbij goede trainingsadviezen zouden zijn.

De volgende databases zijn doorzocht voor de te gebruiken wetenschappelijke artikelen:

- SPORTDiscus (With Full Text)
- PubMed (inclusief toegang tot MEDLINE)
- CINAHL (With Full Text)

Om de zoekresultaten te beperken zijn de volgende inclusie en exclusiecriteria opgesteld en toegepast:

Inclusiecriteria.	Exclusiecriteria.
Full-text beschikbaar.	Artikelen waarin naast balanstraining meerdere interventies worden gebruikt (bijvoorbeeld taping, krachttraining of het gebruik van braces), zonder het gebruik van een controle groep waarin alleen balanstraining wordt uitgevoerd.
Gepubliceerd vanaf het jaar 1999.	
Engelstalig.	
Patiëntgroep met enkel instabiliteit.	

Enkel artikelen met een publicatiejaar vanaf 1999 zijn opgenomen in het onderzoek omdat op deze manier alleen de meest recente resultaten worden meegenomen. Omdat de podotherapeut in de praktijk vaker mensen behandelt met enkelinstabiliteit dan acute inversietraumata moesten de artikelen een patiëntgroep betreffen met enkelinstabiliteit. Artikelen waarin naast balanstraining meerdere interventies (bijvoorbeeld krachttraining) tegelijk werden gebruikt, zijn niet meegenomen in het onderzoek. Dit om een meer betrouwbaar beeld te krijgen van het effect van balanstraining. Wanneer meerdere therapieën naast elkaar worden toegepast is het onbekend aan welke therapie het behaalde resultaat is toe te schrijven.

De zoekacties, in de bovenstaande databases, werden uitgevoerd met de volgende zoektermen: ankle, ankle instability, chronic ankle instability, rehabilitation, neuromuscular training, balance training, balance board, wobble board, ankle disk, dura disk, postural sway, postural control, balance, proprioception. De volgende zoek streams zijn opgesteld:

- (ankle OR ankle instability OR chronic ankle instability) AND (rehabilitation OR neuromuscular training OR balance training) AND (balance board OR wobble board OR ankle disk OR dura disk) AND (postural sway OR postural control OR balance OR proprioception)
- (ankle OR ankle instability OR chronic ankle instability) AND (rehabilitation OR neuromuscular training OR balance training) AND (postural sway OR postural control OR balance OR proprioception)

Allereerst zijn de bovenstaande databases doorzocht met de (combinatie van) genoemde zoektermen. Er is gekozen voor een zoekstream met en zonder balance board training. Op deze manier zijn zo veel mogelijk relevante artikelen gevonden en geïncludeerd. Het aantal resultaten is genoteerd waarna de titels zijn beoordeeld en de niet-relevante artikelen zijn geschrapt. Ook zijn de duplicaten geëxcludeerd. Indien een titel zeer globaal was en niet kon worden uitgesloten met behulp van de inclusie en exclusiecriteria werd deze meegenomen naar de volgende fase. Hierin werden achtereenvolgens het abstract en de full-text artikelen gelezen en beoordeeld met de inclusie en exclusiecriteria. Wanneer het abstract niet voldeed aan de in- en exclusiecriteria werden deze artikelen geëxcludeerd. Wanneer het abstract niet voldoende te testen was op geschiktheid volgens de in- en exclusiecriteria werd het volledige artikel gelezen en beoordeeld. Dit alles zal is uitgewerkt in een flowchart (figuur 1).

Voor dit verslag zijn Systematic Reviews uitgesloten. De overige artikelen zijn beoordeeld op de methodologische kwaliteit met behulp van beoordelingsformulieren. Voor de beoordeling van Randomized Controlled Trials (RCT's) is de 'Physiotherapy Evidence Database' (PEDro) scale gebruikt¹⁰. Voor de overige onderzoekstypen is een zelf samengestelde lijst gebruikt (gebaseerd op beoordelingslijsten van het Dutch Cochrane centre¹¹). Deze formulieren zijn te vinden in de bijlagen:

- Bijlage I: PEDro schaal voor RCT's¹⁰
- Bijlage II: Zelf samengestelde beoordelingslijst voor overige onderzoekstypen

De beoordelingen van de artikelen op alle punten van de bovengenoemde lijsten zijn genoteerd in tabellen (tabel 1 en 2). RCT's en de overige studies zijn in twee aparte tabellen (een voor RCT's en een voor de overige onderzoekstypen) gescoord zodat de scores overzichtelijk worden weergegeven. Tijdens het schrijven van dit artikel zijn methodologische kwaliteit en toepasbaarheid meegenomen en besproken in de resultaten en discussie. Onderlinge verschillen hierin zijn beschreven en gebruikt bij de interpretatie van de resultaten.

Na het beoordelen, zijn de artikelen meegenomen naar de data extractie. Uit elk artikel is de meest relevante data opgenomen in een data-extractie tabel (zie resultaten).

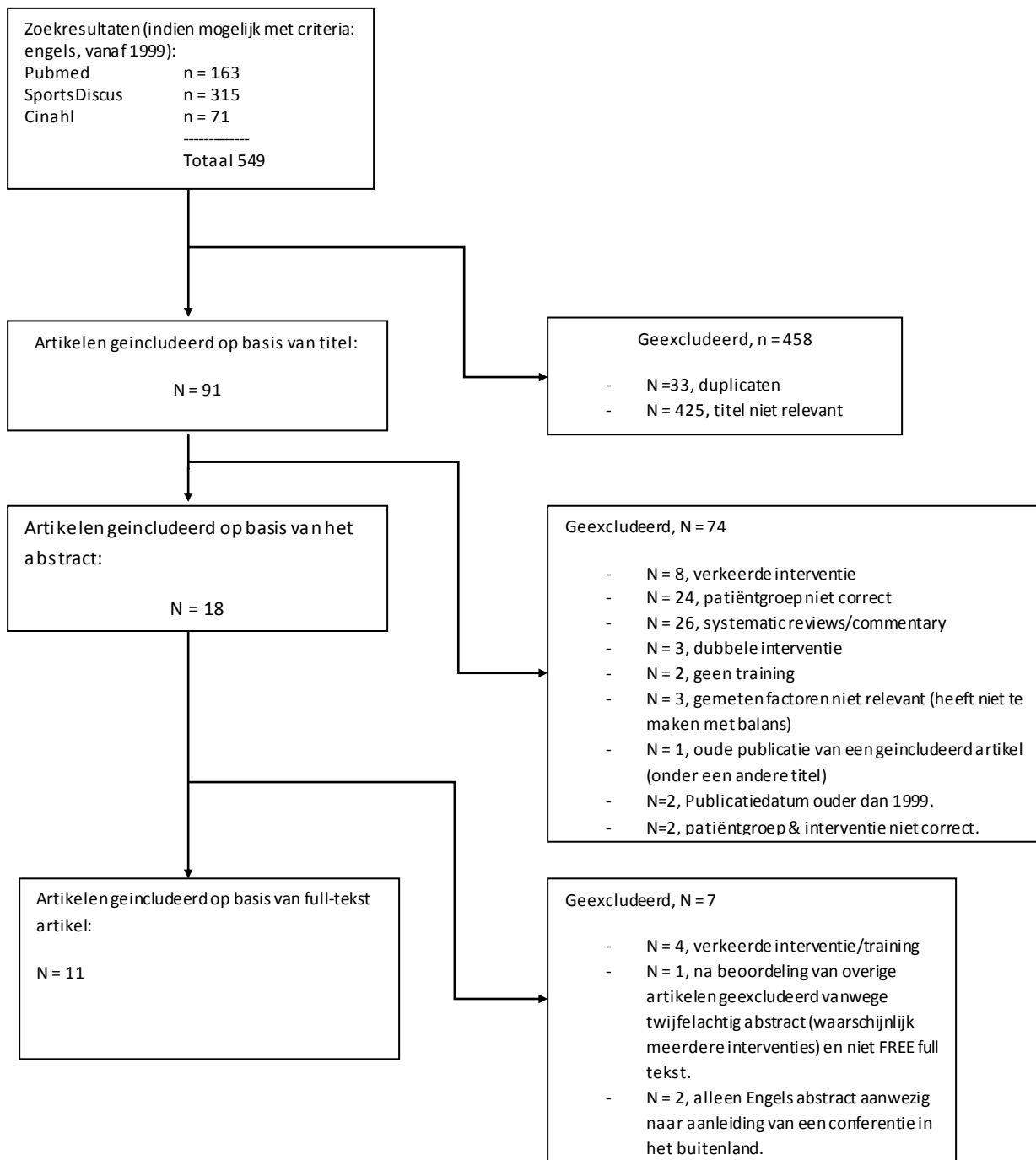
De resultaten van dit onderzoek worden in twee delen beschreven. Eerst worden de effecten van balanstraining op een balance board gesproken. De boards die gebruikt werden in de onderzoeken berustten allen op hetzelfde principe maar hadden een andere naam/merk (Vibrosphere, Dura disk, Ankle disk). Ook is het Biodex Stability System in dit hoofdstuk meegenomen omdat dit ook berust op eenzelfde soort trainingsprincipe, namelijk het trainen op een instabiel/kantelend platform.

Resultaten.

Selectie artikelen.

In de databases CINAHL, SPORTSDiscus en Pubmed is gezocht naar artikelen. Deze zijn beoordeeld op respectievelijk titel, abstract en full-text artikel. De resultaten zijn weergegeven in de bijgevoegde flowchart (figuur 1). De zoekopdrachten gaven in totaal 549 resultaten waarvan er na het screenen op titel nog 91 overbleven. De overige artikelen zijn geëxcludeerd op basis van een niet relevante titel of als duplicaat. Na het screenen van het abstract werden 74 artikelen geëxcludeerd op basis van de inclusie en exclusiecriteria en bleven er 18 artikelen over ter beoordeling van het full-text artikel. De redenen van exclusie zijn beschreven in de flowchart. Na het beoordelen van de full-text artikelen zijn 11 artikelen geïncludeerd in deze studie.

Figuur 1. Flowchart



Kwaliteitsbeoordeling artikelen.

Na het selecteren van de artikelen zijn de geïncludeerde artikelen beoordeeld op methodologische kwaliteit met behulp van de PEDro schaal voor RCT's¹⁰ en een zelf samengestelde beoordelingslijst voor de overige onderzoekstypen (bijlagen 1 en 2). De resultaten zijn in de onderstaande tabellen verwerkt. Er is één tabel samengesteld voor de RCT's en één tabel voor de overige artikelen. Deze verdeling is gemaakt zodat de scores gemakkelijk te vergelijken zijn.

In tabel 1. zijn de scores van de RCT's weergegeven. Opvallend is dat in geen enkel onderzoek de therapeuten en beoordelaars geblindeerd zijn, en enkel in het onderzoek van Ross et al.¹² de deelnemers geblindeerd zijn. Alle onderzoeken beschrijven dat de deelnemers random zijn toegewezen aan de interventie en controle groep(en) maar in slechts de helft van deze onderzoeken is beschreven of en hoe de randomisatie gewaarborgd is (Schaeffer et al.¹³, McKeon et al.¹⁴, Cloak et al.¹⁵). Het onderzoek van Ross et al.¹² geeft geen vergelijking van de verschillende interventie groepen en de controle groep op het gebied van prognostische factoren. In het onderzoek van Schaeffer et al.¹³ ontstond een loss-to-follow-up van 25%. Het was voor hen dus onmogelijk metingen uit te voeren bij ten minste 85% van de geïncludeerde deelnemers. Alle onderzoekers^{4,12,13,14,16} behalve Cloak et al.¹⁵ hebben zowel puntschattingen als spreidingsmaten in de resultaten verwerkt. Cloak et al.¹⁵ geven alleen puntschattingen. Wanneer niet anders beschreven is in het onderzoeksverslag is er vanuit gegaan dat alle deelnemers de toegewezen interventie zijn ondergaan, dit criterium is dus bij alle onderzoeken^{4,12,13,14,15,16} met een voldoende beoordeeld. (criterium 9).

Tabel 1. Beoordeling RCT's.

Artikel/Criteria.	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	Totaalscore
Ross et al. 2007. (12)	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	7
Schaeffer, Sandrey. 2012. (13)	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	7
McKeon et al. 2008. (14)	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	8
Cloak et al. 2013. (15)	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	7
Matsusaka et al. 2001. (16)	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	7
Kidgell et al. 2007. (4)	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	7

C = Criterium.

In tabel 2. zijn de scores van de overige onderzoeken weergegeven. Opvallend is dat in geen enkel onderzoek rekening is gehouden met belangrijke confounders en dat de resultaten in geen enkel geval blind zijn beoordeeld. Rozzi et al.¹⁷ en Ben Moussa Zouita et al.¹⁸ maakten gebruik van twee verschillende, niet vergelijkbare, onderzoeksgroepen. Dit resulteert in een onvoldoende score voor de uitsluiting van selectiebias (criterium 2). In alle onderzoeken, met uitzondering van Ben Moussa Zouita et al.¹⁸ is de blootstelling duidelijk gedefinieerd. Ben Moussa Zouita et al.¹⁸ beschreven de trainingsopzet zo beknopt dat deze onvoldoende is beoordeeld. In het onderzoek van Rozzi et al.¹⁷ werd gebruik gemaakt van een follow-up periode van 4 weken, deze is als onvoldoende beoordeeld (criterium 6). In de richtlijn Enkeltelsel van het Koninklijk Nederlands Genootschap voor Fysiotherapie (KNGF) wordt gesproken over revalidatieprogramma's variërend van 6 tot 12 weken, afhankelijk van

de bewegingsbehoefte van patiënten (referentie). Dit is gebruikt als richtlijn voor de beoordeling van de follow-up periode. Wanneer geen loss-to-follow-up is beschreven in het onderzoeksverslag (criterium 9) is er vanuit gegaan dat er geen loss-to-follow-up heeft plaatsgevonden.

Tabel 2. Beoordeling overige onderzoekstypen.

Artikel/Criteria.	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	Totaalscore
Rozzi et al. 1999.(17)	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	7
Ben Moussa Zouita et al. 2013.(18)	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	7
Lee, Lin. 2008.(19)	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	9
Sefton et al. 2011.(20)	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	9
Hale et al. 2014.(21)	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	9

C = Criterium.

Deelnemersveld.

In de opgenomen artikelen werden in totaal 260 deelnemers met enkelinstabiliteit onderzocht. Deze deelnemersgroep bestond uit 151 mannen en 102 vrouwen. Van de overige deelnemers is het geslacht onbekend. De lengte van de deelnemers varieerde van 156 tot 189 centimeter, het gewicht varieerde van 54 tot 100 kg en de leeftijd varieerde van 16 tot 35 jaar. De deelnemers in de experimentele of interventiegroepen werden allemaal gekenmerkt door 'chronische enkelinstabiliteit', 'functionele enkelinstabiliteit' of gewoonweg 'enkelinstabiliteit'. De overeenkomende inclusiecriteria hiervoor in de artikelen waren als volgt: het hebben opgelopen van ten minste 1 inversietrauma en het hebben van een gevoel van instabiliteit. Personen werden geëxcludeerd wanneer zij op het moment van het onderzoek deelnamen aan een revalidatie of trainingsprogramma van de enkel.

Balanstraining op enkel een balance board.

Allereerst worden de resultaten besproken van de onderzoeken waarin op een balance board werd getraind zonder het gebruik van een andere vorm van balanstraining. Ook onderzoeken waarin trainingsattributen werden gebruikt die lijken op het balance board, en zorgen voor een soortgelijke trainingservaring, zijn beschreven. De metingen uitgevoerd in de onderzoeken zijn verdeeld in statische en dynamische balansmetingen. De statische postural control wordt voornamelijk gemeten met het centre of pressure (CoP) en de deviatie hiervan (Kidgell et al, Cloak et al, Matsusaka et al, Lee & Lin, Sefton et al)^{4,15,16,19,20}. In één onderzoek is de statische postural control gemeten met behulp van een stability index (SI) (Rozzi et al.).¹⁷ De dynamische postural control is in twee onderzoeken gemeten, beide gebruikten hiervoor de Star Excursion Balance Test. (Cloak et al, Sefton et al).^{15,20} De metingen naar de statische en dynamische postural control worden apart beschreven.

Tabel 3. Data extractie tabel, balance board training.

Auteurs, titel en totaalscore kw aliteitsbeoordeling	Deelnemers.	Interventie	Uitkomstmaten	Follow -up.	Resultaten
Sefton et al. (20) 2011. Cohort studie. Score: 9	Personen met chronische enkel instabiliteit (N=12).	Balance board training.	Star Excursion Balance Test (SEBT) & CoP metingen.	6 weken	De interventiegroep verbeterde bij de SEBT: mediale richting: van 87.5 (+/- 6.0) naar 92.0 (+/- 8.1), P=.048. anteromediale richting: van 87.6 (+/- 7.4) naar 91.7 (+/- 7.7), P=.021 posteromediale richting: van 89.9 (+/- 7.1) naar 96.8 (+/- 10.2), (P=.047). CoP metingen gingen van 9.0 (+/- 2.2) naar 10.2 (+/- 3.0) cm, dit was niet significant.
Matusaka et al.(16) 2001. RCT. Score: 7	Personen met unilaterale functionele enkel instabiliteit, N=22.	Balance board training met (groep 1) en zonder (groep 2) stimulatie door tape.	CoP metingen.	10 weken	Beginmetingen tussen beide groepen toonden geen significante verschillen. Postural sway van groep 2 daalde na 8 weken van 16.0 (+/- 3.4) cm ² naar 11.7 (+/- 2.2) cm ² met een significantie van P<0.0001. Na 8 weken werden geen verbeteringen meer gevonden. In groep 1 verbeterde de postural sway significant sneller.
Kidgell et al. (4) 2007. RCT. Score: 7	Personen met functionele enkel instabiliteit, N=20.	Balance board training (controle groep mini-trampoline training).	CoP metingen.	6 weken	De postural sway nam na de balance board training af van 4.13 (+/- 0.26) naar 2.72 (+/- 0.48) cm met een significantie van P=0.003. Er is geen significant verschil gevonden tussen balance board training en mini-trampoline training.
Cloak et al. (15) 2013. RCT. Score: 7	Personen met unilaterale functionele enkel instabiliteit, N=33.	Balance board training met (groep 1) of zonder vibratie (groep 2).	Centre of mass (CoM) metingen & SEBT.	6 weken	De postural sway verbeterde bij de groep 2 van circa 5.5 naar circa 4.4 cm ² met een significantie van P=0.001. SEBT (groep 2): Anterior, van circa 65% naar circa 66% van beenlengte, P=0.01. Posterolateraal, van circa 78% naar circa 79% van beenlengte, P=0.002. Training i.c.m. vibratie (groep 1) gaf een significant groter effect, P<0.001.

<p>Rozzi et al. (17) 1999. Cohort studie. Score: 7</p>	<p>Experimentele met unilaterale enkelinstabiliteit, N=13. De controle groep zonder enkelinstabiliteit, N=13.</p>	<p>Balanstraining op het Biodex Stability System (BSS).</p>	<p>Stability Index (SI) door het BSS.</p>	<p>4 weken</p>	<p>Niveau 2, experimentele groep. SI getrainde been: van 5.93 (+/- 3.65) naar 2.63 (+/- 1.92), P<0.05. SI ongetrainde been: van 4.53 (+/- 3.29) naar 3.81 (+/- 3.41), niet significant. De posttraining scores verschillen niet significant van de controle groep.</p> <p>Niveau 6, experimentele groep. SI getrainde been: van 2.30 (+/- 1.88) naar 1.27 (+/- 0.66), P<0.05 SI ongetrainde been: van 2.08 (+/- 1.41) naar 1.56 (+/- 0.97), P<0.05 De posttraining scores verschillen niet significant van de controle groep.</p>
<p>Alex J.Y. Lee, Wei-Hsiu Lin.(19) 2007.Cohort studie. Score: 9</p>	<p>Personen met functionele enkel instabiliteit (N=12)</p>	<p>Balance board training.</p>	<p>CoP metingen.</p>	<p>12 weken</p>	<p>CoP deviatie ogen open: van circa 7 cm naar circa 5,5 cm, P<0.05. CoP deviatie ogen dicht: van circa 11 cm naar circa 9 cm, P<0.05.</p> <p>Het niet aangedane/getrainde been vertoonde nagenoeg geen verandering (enkele millimeters).</p>

Statische postural control.

Kidgell et al, Lee et al, en Sefton et al. onderzochten de statische balans door de deviatie van het CoP te meten.^{4,19,20} Hierbij geldt: hoe groter de deviatie, des te slechter de balans. Sefton et al. lieten de deelnemers drie maal per week bilateraal trainen gedurende 6 weken.²⁰ Lee et al. en Kidgell et al. lieten hun deelnemers unilateraal trainen.^{4,19} In het onderzoek van Lee et al. werd drie maal per week getraind gedurende 12 weken en Kidgell et al. trainden drie maal per week gedurende 6 weken. Sefton et al. vonden een niet significante verslechtering na het onderzoek.²⁰ De gemiddelde deviatie van het CoP vergrootte circa één centimeter, maar dit was niet significant (zie tabel 3). Lee et al. en Kidgell et al. vonden allen een significante verbetering van de statische postural control (zie tabel 3).^{4,19} In beide onderzoeken daalde de gemiddelde deviatie van het CoP met circa twee centimeter en werd een significantiewaarde van $P < 0.05$ gevonden. Lee et al. voerden de metingen uit met ogen open en ogen dicht.¹⁹ In beide situaties werd eenzelfde verbetering van circa 2 centimeter gevonden. Ook voerden zij metingen uit bij beide benen. Zij vonden geen veranderingen in de postural sway van het niet aangedane/niet getrainde been.

Cloak et al. en Matsusaka et al. voerden ook metingen uit naar de statische balans met behulp van het CoP.^{15,16} Zij gebruikten hier de oppervlakte voor in vierkante centimeter (cm^2). Cloak et al. liet de deelnemers van het onderzoek twee maal per week gedurende zes weken lang unilateraal trainen.¹⁵ Matsusaka et al. lieten de deelnemers aan hun onderzoek vijf maal per week gedurende 10 weken unilateraal trainen.¹⁶ In beide onderzoeken werd een significante verbetering van de statische postural control gevonden (zie tabel 3). Matsusaka et al. vonden tot 8 weken training een significante verbetering van de statische postural control.¹⁶ De oppervlakte verminderde in die tijd meer dan 4 cm^2 . Na acht weken werden geen significante veranderingen in het CoP meer gevonden. Cloak et al. vonden ook een significante vermindering van het CoP (zie tabel 3).¹⁵ Deze verminderde na 6 weken met meer dan 1 cm^2 . In beide onderzoeken werd een experimentele groep onderzocht die met stimulatie trainde. Deze groepen toonden significant snellere en grotere effecten.

Rozzi et al. lieten de deelnemers drie maal per week gedurende 4 weken unilateraal trainen waarbij alleen het aangedane been werd getraind.¹⁷ Een Stability Index (SI) toont de mate van instabiliteit. De metingen op een onstabiel platform (niveau 2) toonden een significante verbetering van de postural control het getrainde been. De SI verbeterde hierbij meer dan 3 punten (zie tabel 3). De postural control van het ongetrainde been verbeterde in deze conditie ook, echter niet significant. Op het vrij stabiele platform (niveau 6) verbeterde de SI van zowel het getrainde als ongetrainde been significant (zie tabel 3). Deze verbeterde in beide situaties met circa 1 punt.

Dynamische postural control.

Sefton et al. en Cloak et al. onderzochten beide naast de statische postural control ook de dynamische postural control van hun deelnemers met behulp van de Star Excursion Balance Test (SEBT).^{15,20} Na de trainingsperiode konden de deelnemers op het aangedane been significant grotere afstanden reiken (zie tabel 3) zonder de balans te verliezen. In beide onderzoeken werd dus een significante verbetering van de dynamische postural control gevonden. Cloak et al. onderzochten ook een groep die trainde met een vorm van stimulatie.¹⁵ In deze groep waren de effecten van de training significant groter dan in de controle groep.

Balanstraining door een combinatie van trainingsvormen.

Naast het gebruik van een balance board worden veelal unilaterale stand en sprong oefeningen gebruikt ter behandeling van enkelinstabiliteit. De artikelen die in dit hoofdstuk worden besproken gebruikten allen deze oefeningen. Zij gebruikten deze echter in combinatie met andere trainingsvormen.^{12,13,14,18,21} Zo werden naast de stand en sprong oefeningen bijvoorbeeld een schuimkussen, balance board en/of een rekbare band gebruikt. Omdat de behaalde resultaten in deze artikelen het gevolg kunnen zijn van elke van deze trainingsvormen is gekozen om deze apart te bespreken van de balance board trainingen (waarbij het effect puur en alleen hier het resultaat van kan zijn). De metingen in de onderzoeken zijn verdeeld in statische en dynamische balansmetingen. De statische balans wordt wederom voornamelijk gemeten met het CoP en de deviatie hiervan (McKeon et al, Ross et al en Ben Moussa Zouita et al^{12,14,18}). Daarnaast zijn ook de Time To Boundary test (McKeon et al.) en het Balance Error Scoring System (Hale et al.) gebruikt om de statische balans te bepalen.^{14,21} De dynamische balans is in alle onderzoeken gemeten met behulp van de SEBT (McKeon et al, Hale et al, Schaefer et al.^{13,14,21}).

Tabel 4. Data extractie tabel, balanstraining door een combinatie van trainingsvormen.

Auteurs, titel en totaalscore kw aliteitsbeoordeling	Deelnemers.	Interventie	Uitkomstmaten	Follow -up.	Resultaten
McKeon et al. (14) 2008. RCT. Score: 8	Personen met CAI, N=31.	Training met unilaterale sprong en stabilisatie oefeningen op harde vloer en schuimkussen.	CoP, TTb en SEBT metingen	6 weken	<p>TTb (gemiddelde ogen open + ogen dicht): Anterior-posterior: van 5.32 (+/- 1.77) naar 6.04 (+/- 1.88) sec, P<0.05. Mediaal-lateraal: van 1.84 (+/- 0.53) naar 2.15 (+/- 0.61) sec, P<0.05. De metingen met ogen open toonden geen significante effecten.</p> <p>CoP deviatie snelheid: Ogen open: van 0.76 (+/- 0.27) naar 0.74 (+/-0.26) cm/sec in de richting anterior-posterior, P=0.04. Ogen dicht: van 2.18 (+/- 0.48) naar 1.93 (+/- 0.55) cm/sec in de richting mediaal-lateraal, P<0.05.</p> <p>SEBT: Anterior: van 0.70 (+/- 0.10) naar 0.67 (+/- 0.08), niet significant. Posteromediaal: van 0.82 (+/- 0.14) naar 0.91 (+/- 0.13), P<0.05. Posterolateraal: van 0.77 (+/- 0.15) naar 0.87 (+/- 0.13), P<0.05.</p>
Ben Moussa Zouita et al. (18) 2013. CCT. Score: 7	Personen met unilaterale enkelinstabiliteit, N=8.	Training met unilaterale sprong en stabilisatie oefeningen met en zonder attributen als bal en balance board.	CoP metingen.	8 weken	<p>CoP deviatie in graden/seconde: Aangedane been: van 0.79 (+/-0.13) naar 0.7 (+/- 0.14) gr/sec, niet significant P=0,2. Niet aangedane been: van 0.97 (+/- 0.17) naar 0.7 (+/- 0.17) gr/sec, P=0.013.</p>

Ross et al.(12) 2007. RCT. Score: 7	Personen met enkel-instabiliteit N=30.	Groep 1: Unilaterale balanstraining op een schuimkussen, w obble board en met een rekbaar band. Groep 2: Idem aan groep 1 in combinatie met SR stimulatie.	CoP metingen.	6 weken	CoP deviatie in centimeter/seconde, groep 1: Anterior-Posterior: pretraining-posttraining verschil van -0.01 cm/sec, niet significant > P=0.497. Mediaal-Lateraal: pretraining-posttraining verschil van 0.43 cm/sec, niet significant > P=0.334. De combinatie van balanstraining en SR stimulatie gaf echter wel significante verbetering van de postural control, waarbij de effecten varieerden van medium tot groot.
Schaefer J.L. & Sandrey M.A. (13) 2012. RCT. Score: 7	Personen met CAI, N=45	Balanstraining bestaande uit verschillende sprong en stabilisatie oefeningen met (groep 1) en zonder (groep 2) w eke delen mobilisatie.	SEBT metingen	6 weken	SEBT metingen, alleen balanstraining (groep 2): Anterior: van 70.0 (+/- 8.9) naar 75.7 (+/- 8.5), P<0.01. Posteromediaal: van 67.6 (+/- 10.2) naar 73.1 (+/- 10.9), P<0.01. Posterolateraal: van 62.6 (+/- 12.6) naar 59.7 (+/- 11.9), niet significant. Groep 1 vertoonde de grootste verbetering.
Hale et al.(21) 2014. Cohort studie. Score: 9	Personen met CAI, N=34.	Experimentele groep: Balanstraining van het stabiele /niet aangedane been op een schuimkussen, balance board, met een rekbaar band en door sprongoefeningen op één been. Controlegroep: geen balanstraining.	Balance Error Scoring System (BESS) en SEBT metingen.	4 weken	BESS: De experimentele groep beging significant minder errors, met de instabiele enkel voorop, als de controle groep (P=0.008). Er werd geen verschil tussen beide groepen gevonden wanneer de stabiele enkel voorop werd geplaatst (P=0.51). Beide groepen toonden vooruitgang in de tandem stand op schuimondergrond tijdens de posttest metingen (P=0.005). SEBT, gemiddelde beide benen van experimentele groep in % van lichaamslengte: Anterior: van circa 37% naar circa 40%, P<0.001. Posteromediaal: van circa 42% naar circa 46,5%, P=0.001. Posterolateraal: van circa 38% naar circa 44%, P<0.001. Beide groepen reikten verder met het niet aangedane/niet getrainde been, P=0.03

Statische postural control.

McKeon et al, Ross et al, en Ben Moussa Zouita et al. onderzochten de statische balans door de snelheid van de CoP deviatie te meten.^{12,14,18} Ross et al. lieten de deelnemers vijf maal per week gedurende zes weken trainen.¹² De deelnemers voerden de metingen uit met schoenen aan en ogen open. McKeon et al. lieten de deelnemers drie maal per week gedurende zes weken trainen en Ben Moussa Zouita et al. lieten de deelnemers drie maal per week gedurende acht weken trainen.^{14,18} Zij voerden de metingen beide met ogen open en ogen dicht uit. Ross et al. en McKeon et al. trairden alleen het aangedane been, Ben Moussa Zouita et al. trairden beide benen afwisselend.^{12,14,18} McKeon et al. en Ben Moussa Zouita et al. vonden overwegend positieve resultaten (zie tabel 4).^{14,18} McKeon et al. vonden na de metingen met ogen open een verbetering van enkele millimeters per seconden (mm/sec), maar dit was niet significant. Met ogen dicht werd echter een significante verbetering van 25 mm/sec gevonden.¹⁴ Ben Moussa Zouita et al vonden lichte vermindering van de CoP deviatie van het aangedane been, maar deze was niet significant. Een significante verbetering van circa 0.2 graden per seconde (gr/sec) werd gevonden bij het niet aangedane been (zie tabel 4).¹⁸ Ross et al. vonden geen (significante) verbeteringen tijdens hun onderzoek.¹² In de anterior-posterior richting werd een minimale verbetering van 0.01 cm/sec gevonden en in de richting mediaal-lateraal werd zelfs een verslechtering waargenomen (zie tabel 4). Ross et al. onderzochten ook een groep die trainde met een vorm van stimulatie. Deze groep liet wel positieve resultaten zien na de follow-up periode, waarbij de effecten varieerden van medium tot groot.¹²

McKeon et al. testten de statische balans op twee manieren, zij gebruikten ook de Time To Boundary (TTB) test.¹⁴ Er werd gemeten met ogen open en ogen dicht. De metingen met ogen open toonden geen significante verschillen. Met ogen dicht verbeterde de TTB echter significant (zie tabel 4). Deze verbeteringen varieerden van circa 0.3 seconden tot circa 0.7 seconden. McKeon et al. vonden dus bij beide metingen naar de statische balans (CoP en TTB) significante vooruitgang na de training.¹⁴

Hale et al. lieten de deelnemers aan hun onderzoek twee maal per week gedurende vier weken trainen op het stabiele been.²¹ Voor het meten van de statische postural control werd het Balance Error Scoring System (BESS) gebruikt. Na de trainingsperiode beging de experimentele groep significant minder errors, met het instabiele been voorop, als de controle groep (zie tabel 4). Er werd geen significant verschil tussen beide groepen gevonden wanneer de stabiele enkel voorop werd geplaatst. Verder toonden beide groepen significante verbetering in de tandem stand op de schuimondergrond tijdens de posttest metingen en begingen beide groepen tijdens de unipodale stand op schuimondergrond meer errors met hun instabiele enkel als met de stabiele enkel. Ondanks dat Hale et al. de deelnemers alleen het niet aangedane been lieten trainen, werden er bij de experimentele groep toch significante verbeteringen gevonden van het instabiele been.²¹

Dynamische postural control.

McKeon et al, Schaefer et al. en Hale et al. onderzochten de dynamische postural control van hun deelnemers met behulp van de SEBT en vonden hierbij een significante verbetering.^{13,14,21} Schaefer et al. gebruikten exact hetzelfde trainingsprogramma als McKeon et al. In alle onderzoeken waren de deelnemers na de trainingsperiode in staat om significant grotere afstanden te reiken met de aangedane enkel zonder de balans te verliezen (zie tabel 4). Na de trainingsperiode bleek de dynamische postural control dus in alle onderzoeken significant verbeterd.^{12,14,21}

Discussie.

In deze discussie zullen achtereenvolgens de kwaliteitsbeoordelingen, het deelnemersveld en de onderzoeksresultaten worden besproken. In de onderzoeksresultaten worden voornamelijk verschillende gebruikte trainingsvormen bediscussieerd. Zo wordt het bi/unilateraal trainen, het trainen met/zonder stimulaties, het trainen met/zonder supervisie en het trainen met/zonder schoeisel besproken. Hierna worden ook de aandachtspunten van dit uitgevoerde onderzoek behandeld.

Kwaliteitsbeoordeling artikelen.

De artikelen die in dit verslag zijn opgenomen waren allen van een redelijke goede methodologische kwaliteit, met scores variërend van 7 tot 9 punten uit een maximale score van 11. Ondanks deze hoge scores zijn de gevonden resultaten mogelijk beïnvloed door een gebrek aan methodologische kwaliteit op enkele punten. Zo is in geen enkel onderzoek rekening gehouden met mogelijke confounders/prognostische factoren. Een mogelijke confounder is de mate van instabiliteit van de deelnemers. Deze is in geen enkel onderzoek voor individuele deelnemers beschreven. Personen met een hoge mate van instabiliteit hebben mogelijk meer ruimte voor verbetering hiervan. De pretraining en posttraining metingen van individuele deelnemers zijn in geen enkel onderzoek beschreven, alleen de gemiddelde metingen van de groepen zijn beschreven. Het is dus onduidelijk of bij de ernstig instabiele deelnemers ook daadwerkelijk grotere effecten zijn gevonden.

Verder is ter beoordeling van de follow-up van de artikelen gebruik gemaakt van de 'KNGF-richtlijn Enkelletsel'.¹ Hierin wordt gesproken over revalidatieprogramma's variërend van 6 tot 12 weken, afhankelijk van de bewegingsbehoefte van de patiënt. Naar aanleiding hiervan is een follow-up vanaf 6 weken als voldoende beoordeeld. Het gaat hier echter om een richtlijn met betrekking tot acuut enkelletsel en deze zal dan ook niet optimaal zijn voor trainingsprogramma's voor de chronische instabiele enkel. Ondanks deze richtlijn zijn er in verschillende onderzoeken al positieve resultaten gevonden na een follow-up van 4 weken.^{17,21} Rozzi et al. vonden na 4 weken unilaterale training van het aangedane been positieve effecten voor zowel het aangedane als niet aangedane been en ook Hale et al. vonden na 4 weken positieve effecten op zowel de statische als dynamische postural control.^{17,21} Hieruit zou geconcludeerd kunnen worden dat een follow-up van 4 weken achteraf ook als voldoende beoordeeld had kunnen worden. Of deze trainingsduur dan ook de meest optimale trainingsduur is, is niet bekend. De resultaten in deze studie laten zien dat dit waarschijnlijk niet het geval is. Maar één van de onderzoeken heeft tijdens het onderzoek meerdere metingen uitgevoerd.¹⁶ Matsusaka et al. voerden metingen uit na 4 weken, 6 weken, 8 weken en 10 weken.¹⁶ Alle andere geïnccludeerde onderzoeken hebben enkel voor en na de follow-up periode gemeten.^{4,12,13,14,15,17,18,19,20,21} Matsusaka et al. toonden aan dat er verbetering op treed tot 8 weken, hierna werden geen significante resultaten meer geboekt.¹⁶ Het is dus bij alle andere onderzoeken onduidelijk of hier na de originele follow-up nog meer verbetering plaats had kunnen vinden of dat de verbetering al voor de follow-up is gestagneerd. Om hier een beter beeld van te krijgen, zijn RCT's nodig die trainingsprogramma's van verschillende duur met elkaar vergelijken of die meerdere meetmomenten opnemen het meetprotocol.

Tevens is opvallend dat de therapeuten in geen enkele RCT geblindeerd zijn.^{4,12,13,14,15,16} Dit kan de resultaten beïnvloeden. Wanneer de therapeuten het experiment/onderzoek kennen zullen zij hier zelf onbewust een hypothese over vormen. Wanneer dat gebeurt kunnen de therapeuten ook bewust of onbewust de resultaten beïnvloeden door bijvoorbeeld minder goede of complete instructies te geven binnen één groep. Ook kan het gebeuren dat de experimentele groep hierdoor meer of minder aandacht krijgt door de therapeuten.

Het onderzoek van Schaefer et al. was de enige RCT waarbij een loss-to-follow up van meer als 15% ontstond, namelijk 25%.¹³ Na deze loss-to-follow up bleven er 36 deelnemers over. Onder andere McKeon et al. hadden geen loss-to-follow up en konden hun metingen uitvoeren bij de volledige onderzoekspopulatie (N=31).¹⁴ Ondanks de loss-to-follow up van Schaefer et al. hebben zij nog steeds een grote onderzoekspopulatie in vergelijking met de andere onderzoeken. De beoordeling van dit criterium met een 0 is dus niet geheel representatief voor dit onderzoek wanneer de onderzoekspopulatie vergeleken wordt met de andere vergelijkbare onderzoeken.

Deelnemersveld.

Wanneer wordt gekeken naar het deelnemersveld van alle studies valt op dat de leeftijd van de deelnemers varieerde van 16 tot 35 jaar. In deze leeftijdscategorieën komen de meeste enkelblessures voor.¹ Deze beperkte variatie in leeftijd zorgt ervoor dat de resultaten van het onderzoek niet generaliseerbaar zijn in de podotherapeutische praktijk. Voor de leeftijdscategorieën onder of boven deze groep zijn mogelijk andere resultaten te vinden. Hetzelfde geldt voor het gewicht van de deelnemers, deze varieerde van 54 tot 100 kg. Voor personen met een lager of hoger gewicht zijn mogelijk ook andere resultaten te vinden. De lengte van de deelnemers varieerde van 156 tot 189 centimeter. In enkele onderzoeken wordt de dynamische postural control gemeten met de SEBT waarbij deze wordt genoteerd als een percentage van de (been)lengte. Omdat de lengte tussen deelnemers meer als 30 centimeters varieert, zal de beenlengte ook grote variatie vertonen. Een bepaald percentage hiervan zal dus verschillen per persoon. In de onderzoeken zijn geen individuele metingen genoteerd, alleen gemiddelden. De gemiddelde resultaten kunnen dus een vals beeld geven over bepaalde deelnemers. Voor patiënten in de podotherapie praktijk die niet binnen deze grenzen vallen kunnen de resultaten van deze onderzoeken mogelijk niet representatief zijn.

In de onderzoeken werden de resultaten van mannelijke en vrouwelijke deelnemers niet gescheiden beschreven en besproken.^{4,12,13,14,16,17,19,20,21} Door hormonale verschillen tussen de geslachten en het effect hiervan op de ligamentaire structuren kan de mate van instabiliteit tussen man en vrouw verschillen. Ook is in geen enkel onderzoek een criterium opgesteld waardoor zwangere vrouwen geïnccludeerd of geëxcludeerd werden. Door hormonale veranderingen tijdens de zwangerschap wordt de mate van ligamentaire laxiteit verhoogd waardoor meer instabiliteit op kan treden. Ook andere momenten waarop de hormonale balans veranderd, zouden effect kunnen hebben op de mate van ligamentaire laxiteit, bijvoorbeeld de pubertijd, het slikken van de pil of de menopauze. Verder kunnen andere factoren als leeftijd en afkomst (Afrikaans/Aziatisch/Europees etc.) mogelijk van invloed zijn op de ligamentaire laxiteit van een individu. Wederom geldt hierbij dus de vraag of training bij de meer instabiele deelnemer grotere effecten geeft op de postural control.

Onderzoeksresultaten - balance board training.

In de resultaten valt op dat de onderzoekers die negatieve resultaten vonden een andere trainingsmethode hanteerden dan de onderzoekers die positieve resultaten vonden. Zo vonden Sefton et al. als enige een negatief resultaat op de statische postural control na het trainen op een balance board.²⁰ Zij traiden, in tegenstelling tot Lee et al. en Kidgell et al. bilateraal.^{4,19} Lee et al. en Kidgell et al. traiden unilateraal en vonden positieve resultaten.^{4,19} Wanneer men bilateraal traint is het steunvlak groter waardoor het CoP minder snel buiten dit steunvlak valt. Het lichaam hoeft pas gecorrigeerd te worden wanneer het CoP buiten het steunvlak valt en dit hoeft dus minder vaak te gebeuren wanneer men bilateraal traint. Mogelijk worden minder resultaten geboekt wanneer er minder trainingsprikkels worden toegediend. Dit kan van belang zijn voor de trainingsadviezen die in de (podotherapie)praktijk worden gegeven. Afgaande op deze resultaten lijkt het advies om unilateraal te trainen het meest effectief te zijn ter verbetering van de statische postural control.

De resultaten na het trainen op een balance board laten zien dat het grootste effect waarschijnlijk wordt gecreëerd wanneer unilateraal wordt getraind op het aangedane been. Desondanks zijn er ook opvallende resultaten gevonden wanneer unilateraal werd getraind op het niet aangedane been. Hale et al. lieten de deelnemers alleen het stabiele been trainen waarna beide benen werden getest.²¹ Opvallend is dat zij, ondanks het trainen van alleen de stabiele enkel, een verbetering van de postural control van de instabiele enkel vonden. Ook werden andersom soortgelijke resultaten gevonden. Zo vonden Rozzi et al. na het trainen van alleen het aangedane been ook verbeteringen van de postural control van het niet aangedane been.¹⁷ Dit zou kunnen betekenen dat unilaterale balanstraining een cross-over effect kan hebben naar het contralaterale been. Dit zou belangrijk kunnen zijn voor revalidatieprogramma's voor enkeltraumata. Wanneer patiënten nog niet op het aangedane been kunnen trainen, zouden zij op deze manier versneld de postural control kunnen verbeteren. Dit zou voor de patiënt en gezondheidszorg tijd en kosten kunnen besparen.

Een derde opvallend gegeven in de resultaten is het verschil tussen de onderzoeken met betrekking tot het trainen onder of zonder supervisie. In enkele onderzoeken (Sefton et al en Kidgell et al.) trinden de deelnemers niet onder supervisie.^{4,20} Hierbij is dus onbekend of zij de oefeningen uitvoerden en zo ja, of zij deze goed uitvoerden. Sefton et al. vonden geen verbetering van de statische postural control, maar vonden wel positieve effecten op de dynamische postural control.²⁰ In de podotherapeutische praktijk zal balanstraining waarschijnlijk niet onder supervisie plaats vinden vanwege de benodigde tijd en mogelijk simpele, zelfstandig uitvoerbare oefeningen. Deze oefeningen zouden in theorie goed uitgevoerd kunnen worden wanneer goede instructies worden gegeven (in tekst en beeld beschreven oefeningen op papier meegeven, de oefeningen voordoen). Maar zelfs met goede instructies en relatief simpele oefeningen kan men nooit met zekerheid weten of patiënten deze oefeningen (goed) uitvoeren, dit kan alleen wanneer onder supervisie wordt getraind. Het is dus van belang dat de patiënt de oefeningen goed begrijpt en dat de compliance groot is. Wanneer bij de controle blijkt dat de patiënten niet de discipline/compliance hebben om zelfstandig te trainen, kan hen het advies gegeven worden een fysiotherapeut te bezoeken. Wanneer zij samen trainen worden de oefeningen zeker goed uitgevoerd en kunnen mogelijk grotere en snellere verbeteringen van de postural control worden bereikt.

Verder valt op dat enkele toevoegingen aan de trainingen, in de vorm van stimulaties, de effecten van de training versnellen en vergrootten. De postural control verbeterde hierdoor significant sneller en meer. Cloak et al. en Matsusaka et al. testten een experimentele groep welke balanstraining uitvoerden met stimulatie (door vibratie en tape) en vergeleken deze met de uitvoering van hetzelfde trainingsprogramma zonder stimulatie.^{15,16} Zij vonden allen een grotere verbetering van de postural control bij balanstraining in combinatie met stimulatie. Omdat deze experimentele groepen niet voldeden aan de inclusie en exclusiecriteria is niet specifiek ingegaan op de resultaten van training in combinatie met stimulatie. De controle groepen, welke trinden zonder stimulatie, voldeden wel aan de inclusie en exclusiecriteria. Deze resultaten zijn dus wel uitgebreid besproken. Dit is echter wel een onderwerp waar meer onderzoek naar moet worden gedaan. Mogelijk kan de trainingsperiode

hierdoor worden verkort en de effecten worden vergroot. Vooral het trainen in combinatie met stimulatie door tape zou in de podotherapeutische praktijk gemakkelijk kunnen worden toegepast.

Onderzoeksresultaten - overige trainingsvormen.

Net als in enkele onderzoeken met balance boards (zie laatste alinea in Onderzoeksresultaten – balance board) voerden ook Ross et al. hun training uit zonder en met stimulatie (door SR).¹² Ook zij vonden bij toepassing van deze stimulaties significant grotere en snellere verbeteringen van de postural control van hun deelnemers. Zoals eerder besproken zou dit een belangrijke toevoeging kunnen zijn aan de gebruikelijke trainingsvormen. Verder trainde Ross et al. net als enkele anderen zonder supervisie (zie alinea drie in Onderzoeksresultaten – balance board) en vonden hierbij geen significante effecten op de statische postural control.¹² Zoals in de genoemde alinea te lezen is, heeft dit mogelijk effecten op de trainingsadviezen van de podotherapeut en een samenwerking met de fysiotherapeut.

Naast het trainen zonder supervisie lieten Ross et al. de deelnemers de testen uitvoeren met schoeisel aan.¹² Hierbij vonden zij na de trainingsperiode een negatief resultaat op de postural control. Het schoeisel zou een stabiliserende factor kunnen hebben op de enkel waardoor de metingen mogelijk een vals negatief beeld geven van de daadwerkelijke stabiliteit en postural control, zowel voor en na de training. Ondanks het dragen van schoeisel, zowel tijdens het sporten als tijdens het dagelijkse leven, ontstaan nog steeds enkeltraumata. Mogelijk kan de combinatie van balanstraining en het dragen van stabiliserend schoeisel de postural control verder verbeteren en het aantal traumata te verminderen. Een podotherapeut kan hierbij goede schoenadviezen geven en (mogelijk in samenwerking met een fysiotherapeut) goede trainingsadviezen geven.

Opvallend is dat Ben Moussa Zouita et al. na het trainen geen significante verbetering vonden van de statische postural control van het aangedane been.¹⁸ Zij vonden echter wel een significante verbetering van het niet aangedane been. De deelnemers trainden afwisselend het aangedane en niet aangedane been. Op deze manier wordt elk been maar 50% van de tijd getraind, in het geval van Ben Moussa Zouita et al. dus maar 50% van 8 weken. In enkele onderzoeken werden al positieve resultaten op de postural control gevonden na 4 weken unilateraal trainen. In het onderzoek van Ben Moussa Zouita et al. werd elk been in principe 4 weken getraind. Zij vonden echter geen verbetering van de statische postural control van één van de benen.¹⁸ Mogelijk is de periode van 4 weken de minimale ondergrens waarna resultaten kunnen worden geboekt. Een verklaring voor dit afwijkende resultaat kan zijn dat beide benen afwisselend werden getraind. Het onafgebroken trainen van één been geeft mogelijk meer trainingsprikkels in een kortere periode waardoor eerder en vaker het overload principe plaats vind. Dit principe zou belangrijk kunnen zijn voor eventuele trainingsadviezen in de podotherapeutische praktijk. De overload vergroten door maar één been tegelijk te trainen kan mogelijk zorgen voor snellere verbeteringen van de postural control.

Uit de resultaten blijkt dat het trainen met de gebruikelijke unilaterale stand en sprong oefeningen minder effectief is ter verbetering van de statische postural control dan het trainen op een balance board. De statische postural control werd in de meerderheid van de onderzoeken gemeten door het staan op één been op een krachtenplatform. Wanneer ook in unilaterale stand wordt getraind is het mogelijk dat dit op een balance board meer trainingsprikkel geeft doordat dit een veel onstabiel platform is dan de grond. Het lichaam moet zich op een balance board dus vaker corrigeren doordat kantelingen van de enkel hier groter zijn dan op de grond. Dit geeft waarschijnlijk meer trainingsprikkel en dus vaker overload. Hierdoor ontstaat mogelijk een snellere en/of grotere verbetering van de postural control. Naast de unilaterale stand en sprong oefeningen die de podotherapeut vaak mee geeft, zou een balance board een goede toevoeging kunnen zijn.

Aandachtspunten uitgevoerde onderzoek.

Met betrekking tot deze uitgevoerde literatuurstudie zijn er enkele discussiepunten. Zo gebruiken de gevonden onderzoeken veelal dezelfde meetmethoden (CoP metingen, SEBT) om de postural control vast te stellen. De uitkomstmaten die zij hierbij gebruiken variëren echter tussen de verschillende onderzoekers waardoor niet alle resultaten gemakkelijk te vergelijken zijn. Zo werd bij één meetmethode, de deviatiesnelheid van het CoP, zowel de eenheden mm/sec, cm/sec en gr/sec gebruikt. De laatstgenoemde is hierbij lastig te vergelijken met de eerste twee genoemden.

Verder is gezocht naar balanstraining met en zonder balance board om zo alle relevante trainingmethoden te includeren. De trainingmethoden zonder balance board bestaan voornamelijk uit unilaterale stand en sprong oefeningen (mogelijk met enkele attributen) die ook door podotherapeuten gebruikt zouden kunnen worden. In deze artikelen worden echter veelal meerdere trainingmethoden samen gebruikt als een compleet trainingsprogramma. Door deze combinatie van verschillende trainingmethoden is het niet duidelijk waar de eventuele effecten het resultaat van zijn (van de unilaterale oefeningen, oefeningen met een rekbaar band, op een schuimkussen en/of balance board?). Hierdoor zijn deze resultaten niet gemakkelijk met elkaar te vergelijken.

Omdat in de helft van de artikelen alleen met een balance board werd getraind, zijn deze apart besproken. Op deze manier is het gemakkelijk af te leiden waarvan de effecten het resultaat zijn. De artikelen waarin een balance board werd gebruikt in combinatie met andere trainingvormen zijn niet besproken in de resultatensectie over het balance board maar in de bovengenoemde overige resultaten. Dit omdat het door de combinatie van verschillende methoden niet volledig duidelijk is waar de eventuele effecten het resultaat van zijn.

Als laatste bevatten de geincludeerde artikelen relatief kleine onderzoeksgroepen variërend van 8 tot 45 deelnemers. In artikelen met grotere onderzoekspopulaties zouden de resultaten betrouwbaarder en meer valide zijn. Echter geven bijna alle artikelen, ondanks de kleine onderzoekspopulaties, soortgelijke bevindingen. Dit zorgt alsnog voor een redelijk betrouwbaar beeld van balanstraining als interventie.

Conclusie.

Deze literatuurstudie is uitgevoerd om uit te zoeken wat de effecten zijn van balanstraining op de postural control van patiënten met enkelinstabiliteit. Op basis van deze studie kan geconcludeerd worden dat balanstraining een positief effect heeft op de dynamische postural control. Ter verbetering van de dynamische postural control lijken de gebruikelijke (unilaterale stand en sprong) oefeningen die een podotherapeut veelal meegeeft even effectief als het trainen op een balance board. De effecten van balanstraining op de statische postural control variëren. Gezien de resultaten lijkt het trainen op een balance board effectiever te zijn ter verbetering van de statische postural control dan de gebruikelijke (unilaterale stand en sprong) oefeningen. Er zijn ook indicaties dat toevoegingen van stimulatie door bijvoorbeeld tape of vibratie het positieve effect van balanstraining misschien vergroot en vervroegd. Deze methoden zullen verder moeten worden onderzocht. Uit dit onderzoek blijkt dat enkele negatieve resultaten werden verkregen na het trainen zonder supervisie. Of het trainen onder supervisie daadwerkelijk effectiever is dan het trainen zonder supervisie moet nog verder worden onderzocht. Wanneer blijkt dat het trainen onder supervisie effectiever is, kan op dit gebied een samenwerking tussen podotherapeut en fysiotherapeut worden opgezet om de patiënt zo effectief mogelijk te behandelen.

Literatuurlijst.

1. Enkelblessures. Letsel Informatie Systeem 2011, VeiligheidNL; Ongevallen en Bewegen in Nederland 2012, VeiligheidNL; Letsellastmodel 2011, VeiligheidNL i.s.m. Erasmus Medisch Centrum. Augustus 2013.
2. Verhagen E.A.L.M, Bay K. Optimising ankle sprain prevention: a critical review and practical appraisal of literature. *Br J Sports Med.* 2010, 44, 1082-1088.
3. Webster K.A., Gribble P.A. Functional Rehabilitation Interventions for Chronic Ankle Instability: A Systematic Review. *Journal of Sport Rehabilitation.* 2010, 19, 98-114.
4. Kidgell D.J., Horvath D.M., Jackson B.M., Seymour P.J. Effect of six weeks of dura disc and mini-trampoline balance training on postural sway in athletes with functional ankle instability. *Journal of strength and conditioning research.* 2007, 21(2), 466-469.
5. de Noronha M., Refshauge K.M., Herbert R.D., Kilbreath S.L. Do voluntary strength, proprioception, range of motion, or postural sway predict occurrence of lateral ankle sprain. *Br J Sports Med.* 2006, 40, 824-828.
6. Ching-Lung Li, Chun-Liang Lin, Ching-Kun Chen. Stabilizing postural control for emulated human balancing systems. *International Journal of Engineering Science.* 2008, 46, 1120–1135.
7. Ashton Miller J.A., Wojtys E.M., Huston L.J., Fry-Welch D. Can proprioception really be improved by exercises? *Knee Surg, Traumatol, Arthrosc.* 2001, 9, 128-136.
8. Faraji E., Daneshmandi H., Atri A.E., Onvani V., Namjoo F.R. Effects of Prefabricated Ankle Orthoses on Postural Stability in Basketball Players with Chronic Ankle Instability. *Asian Journal of Sports Medicine.* 2012, 3(4), 274-278.
9. Wortmann M.A., Docherty C.L. Effect of balance training on postural stability in subjects with chronic ankle instability. *Journal of sport rehabilitation.* 2013, 22, 143-149.
10. PEDro scale. Internet site Physiotherapy Evidence Database 1999. Beschikbaar via: www.pedro.org.au. Geraadpleegd 2014, 1 april.
11. Beoordelingsformulieren en andere downloads. Internet site Dutch Cochrane Centre. Beschikbaar via: <http://dcc.cochrane.org>. Geraadpleegd 2014, 1 april.
12. Ross S.E., Arnold B.L., Blackburn J.T., Brown C.N., Guskiewicz K.M. Enhanced balance associated with coordination training with stochastic resonance stimulation in subjects with functional ankle instability: an experimental trial. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation.* 2007, 4, 47.
13. Schaefer J.L., Sandrey M.A. Effects of a 4-week dynamic-balance-training program supplemented with graston instrument-assisted soft-tissue mobilization for chronic ankle instability. *Journal of sport rehabilitation.* 2012, 21, 313-326.
14. McKeon P.O., Ingersoll C.D., Kerrigan D.C., Saliba E., Bennett B.C., Hertel J. Balance training improves function and postural control in those with chronic ankle instability. *Medicine & science in sports & exercise.* 2008. 1810-1819.

15. Cloak R., Nevill A., Day S., Wyon M. Six-week combined vibration and wobble board training on balance and stability in footballers with functional ankle instability. *Clin J Sports Med.* 2013, 23-5, 384-391.
16. Matsusaka N., Yokoyama S., Tsurusaki T., Inokuchi S., Okita M. Effect of ankle disk training combined with tactile stimulation to the leg and foot on functional instability of the ankle. *American journal of sports medicine.* 2001, 29-1, 25-30.
17. Rozzi S.L., Lephart S.M., Sterner R., Kuligowski L.. Balance training for persons with functionally unstable ankles. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy.* 1999, 29, 8, 478-486.
18. Ben Moussa Zouita A., O. Majdoub O., H. Ferchichi H., K. Grandy K., C. Dziri C., Ben Salah F.Z. The effect of 8-weeks proprioceptive exercise program in postural sway and isokinetic strength of ankle sprains of Tunisian athletes. *Annals of physical and rehabilitation medicine.* 2013, 56, 634-643.
19. Lee A.J.Y, Wei-Hsiu Lin. Twelve week biomechanical ankle platform system training on postural stability and ankle proprioception in subjects with unilateral functional ankle instability. *Clinical Biomechanics.* 2008, 23, 1065-1072.
20. Sefton J.M., Yarar C., Hicks-Little C.A., Berry J.W., Cordova M.L. Six weeks of balance training improves sensorimotor function in individuals with chronic ankle instability. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy.* 2011, 41, 2, 81-89.
21. Hale S.A., Fergus A., Axmacher R., Kiser K. Bilateral improvements in lower extremity function after unilateral balance training in individuals with chronic ankle instability. *Journal of athletic training.* 2014, 49-2, 181-191.

Bijlagen.

Bijlage I. PEDro schaal voor RCT's.

Items	Omschrijving	Score
1.	Zijn de in- en exclusiecriteria duidelijk beschreven?	0/1
2.	Zijn de patiënten random toegewezen aan de groepen?	0/1
3.	Is de blindingprocedure van de randomisatie gewaarborgd?	0/1
4.	Zijn de groepen wat betreft belangrijkste prognostische indicatoren vergelijkbaar?	0/1
5.	Zijn de patiënten geblindeerd?	0/1
6.	Zijn de therapeuten geblindeerd?	0/1
7.	Zijn de beoordelaars geblindeerd voor ten minste 1 primaire uitkomstmaat?	0/1
8.	Wordt er ten minste 1 primaire uitkomstmaat gemeten bij > 85% van de geïnccludeerde patiënten?	0/1
9.	Ontvingen alle patiënten de toegewezen experimentele of controlebehandeling of is er een intention-to-treat analyse uitgevoerd?	0/1
10.	Is van ten minste 1 primaire uitkomstmaat de statistische vergelijking tussen de groepen gerapporteerd?	0/1
11.	Is van ten minste 1 primaire uitkomstmaat zowel puntschattingen als spreidingsmaten gepresenteerd?	0/1

Bron: Physiotherapy Evidence Database (PEDro) ¹⁰

Bijlage II. Zelf samengestelde beoordelingslijst voor overige onderzoekstypen.

Items	Omschrijving	Score
1.	Zijn de onderzoeksgroepen duidelijk beschreven?	0/1
2.	Kan selectiebias voldoende worden uitgesloten?	0/1
3.	Is de blootstelling duidelijk gedefinieerd?	0/1
4.	Is de uitkomst duidelijk gedefinieerd?	0/1
5.	Zijn de resultaten van het onderzoek blind beoordeeld?	0/1
6.	Is er een voldoende lange follow-up?	0/1
7.	Kan selectieve loss-to-follow-up voldoende worden uitgesloten?	0/1
8.	Zijn belangrijke confounders of prognostische factoren geïdentificeerd en is hier rekening mee gehouden in het onderzoek?	0/1
9.	Zijn de resultaten valide?	0/1
10.	Zijn de resultaten betrouwbaar?	0/1
11.	Kan het gevonden resultaat vertaald worden naar de podotherapeutische praktijk?	0/1

Gebruikte bron bij het samenstellen van bovenstaande lijst: Dutch Cochrane Centre¹¹