

Welk type enkelbrace heeft de meeste invloed op het remmen van de inversie ROM van de enkel tijdens voetbalbewegingen?

Een systematisch literatuuronderzoek.

9-juni-2015

Fontys Paramedische Hogeschool

Chayenne Groenewoud

Opleiding: Podotherapie

Begeleider: Anja de Koning

Personalia

Student:

- Chayenne Groenewoud
- Student podotherapie
- Student nummer: 2139373
- Email: c.groenewoud@student.fontys.nl
- Persoonlijk telefoonnummer: 0642664400

Hogeschool opdrachtgever en begeleider:

- Anja de Koning
- Docent PORTH
- Email: a.dekoning@fontys.nl

Voorwoord

Met plezier heb ik de opleiding Podotherapie gevolgd. Die vier jaren zijn vliegensvlug voorbij gegaan. Daarvan is voor mijn gevoel het laatste halfjaar, het schrijven van de afstudeerscriptie, het snelst verlopen. Van de afgelopen vier jaar heb ik veel geleerd. En ook het schrijven van de afstudeerscriptie maakt daar nu deel van uit. Ik heb nu meer kennis over het beoordelen van wetenschappelijke literatuur en het verwerken daarvan tot een verslag.

Graag wil ik een aantal personen bedanken die mij hebben geholpen bij het realiseren van dit afstudeerverslag.

Anja de Koning, mijn begeleidster, wil ik graag bedanken voor de fijne samenwerking, goede begeleiding en ondersteuning. Marlou van Spanje, mijn collega-student die hetzelfde afstudeerproces heeft afgelegd, wil ik bedanken voor alle feedback en fijne samenwerking. En mijn ouders en alle andere personen die mij hebben gesteund en hebben geholpen tijdens het afstuderen.

Chayenne Groenewoud

9 juni 2015

Samenvatting

Inleiding: Het inversietrauma is een van de meest voorkomende voetbalblessure. Een enkelbrace is een interventie die kan worden ingezet voor de revalidatie of tegen recidiverende inversietraumata. De (sport)podotherapeut is een specialist op onder andere de voet en enkel en zal daarom ook te maken krijgen met voetballers met enkelklachten. Maar omdat er veel verschillende typen enkelbraces op de markt zijn is het moeilijk om te weten welke het beste is voor een voetballer en daarop advies te kunnen geven. Een primaire functie van een enkelbrace om een inversietrauma te voorkomen is het remmen van de inversiebeweging van de enkel. De hoofdvraag van dit onderzoek is: welke type brace de beste invloed heeft op het remmen van de inversie ROM van de enkel tijdens voetbalbewegingen.

Methode: Aan de hand van de databases PubMed en SPORTDiscus is door middel van zoektermen wetenschappelijke Engelstalige literatuur gezocht. De geïnccludeerde artikelen onderzochten het effect van typen enkelbraces op de inversie ROM van de enkel tijdens een voetbalactiviteit, zoals een voetbaltraining of voetbalbewegingen. Met criterialijsten zijn de geïnccludeerde artikelen beoordeeld op de methodologische kwaliteit.

Resultaten: Vier RCT's en twee CT's zijn geïnccludeerd op basis van de inclusie en exclusiecriteria van dit onderzoek. De invloed op de remming van de inversie ROM van de enkel tijdens voetbalbeweging is vergeleken van vier soft braces, zeven semi-rigide braces en twee op maat gemaakte enkelbraces. Een soft brace had de beste invloed. Twee studies hadden een goede methodologische kwaliteit en vier studies hadden een matige methodologische kwaliteit.

Conclusie: Er is verder onderzoek nodig om een sterke conclusie te trekken. Bij vervolgonderzoek moet er voornamelijk rekening worden gehouden met een betere methodologische kwaliteit van de geïnccludeerde artikelen.

Keywords: ankle braces, inversion range of motion, soccer, football, cutting maneuvers

Abstract

Background: One of the most common soccer injuries is an inversion trauma of the ankle. An ankle brace can be used as an intervention for rehabilitation or against recurrent inversion traumas. The (sport) podiatrist is a specialist of the foot and the ankle and therefore will he see soccer players with ankle problems. But because there are many different types of ankle braces it is hard to know and to give advice which one is the best for a soccer player. A primary function of an ankle brace to prevent recurrent inversion traumas is to inhibit the inversion motion of the ankle. The main question of this study is: Which type of brace has the best effect on the inhibition of the inversion ROM of the ankle during soccer movements?

Methods: The databases PubMed and SPORTDiscus are used to find scientific literature with the search terms. The included studies all researched the effect on the restriction of the inversion ROM of the ankle during soccer movements of different types of braces. The methodological quality of the articles is assessed with criteria lists.

Results: Four RCT's and two CT's were selected by the inclusion and exclusion criteria of this study. The effect on the restriction of the inversion ROM of the ankle during soccer movements of four soft braces, seven semi-rigid braces and two modified ankle braces are compared. A soft brace had the best effect. Two studies had good methodological quality and four studies had moderate methodological quality

Conclusion: Further research is needed to draw a strong conclusion. Studies with better methodological quality should be included at follow-up research.

Keywords: ankle braces, inversion range of motion, soccer, football, cutting maneuvers

Inhoudsopgave

Inleiding	1
Methode	3
Zoekstrategie	3
Inclusie- en exclusiecriteria	3
Selectieprocedure	3
Methodologische kwaliteitsbeoordeling.....	4
Resultaten	5
Deelnemers	6
Typen enkelbraces.....	6
Uitgevoerde voetbalbewegingen	7
Meetomstandigheden	8
Typen schoeisel gedragen tijdens de meting	8
Uitkomstmaten.....	9
Resultaten van het effect van de enkelbraces op de inversie ROM.....	9
Methodologische kwaliteitsbeoordeling.....	10
Discussie	12
Sterktes en zwaktes van dit onderzoek.....	14
Aanbevelingen voor de podotherapeutische praktijk.....	15
Vervolgonderzoek	15
Conclusie	16
Literatuur:.....	17
Bijlage I	i
<i>Data-extractie tabel</i>	i

Inleiding

Wereldwijd zijn er ongeveer 200.000 professionele voetballers en 240 miljoen amateurvoetballers (1). Met zoveel animo voor deze sport groeit ook het aantal voetbalblessures (2).

Uit een systematisch literatuuronderzoek van Fong et al. (3) blijkt dat een enkelblessure de meest voorkomende voetbalblessure is. Maar liefst 21,2% van alle voetbalblessures zijn enkelklachten. Van deze enkelblessures zijn 76,8% enkelverzwikkingen (2, 3). Bij het verzwikken van de enkel wordt de enkel doorgaans naar buiten toe verzwikt. Dit wordt een inversietrauma genoemd. 90% Van alle enkeltrauma's zijn inversietrauma's (4).

In Nederland is 8 op de 1000 huisartsbezoeken gerelateerd aan een inversietrauma. Voetbal is een van de sporten waarbij dit trauma vaak voorkomt, omdat het een contactsport is waarbij onverwachte bewegingen worden gemaakt (5, 6). De bij voetbal frequent gebruikte kapbeweging verhoogt eveneens het risico op een enkel inversietrauma (figuur 1). De kapbeweging is een zijwaartse beweging die met hoge snelheid wordt uitgevoerd met of zonder bal, wat het risico op een inversietrauma vergroot. Het risico wordt groter als deze beweging op een onjuiste manier wordt uitgevoerd (6, 7).



Figuur 1: De kapbeweging door voetbalster in het blauw(8)

Er zijn verschillende therapieën en hulpmiddelen die worden toegepast bij een inversietrauma. Bij een acuut enkeltrauma wordt protectie, rust, ijs, compressie en elevatie van de enkel geadviseerd voor het reduceren van pijn en zwelling direct na het trauma. Ook kan er medicatie worden toegediend zoals non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAID's) tegen de pijn zoals ibuprofen of aspirine. Andere interventies die ingezet worden voor de revalidatie van een inversietrauma en recidiverende enkeltraumata zijn oefentherapie, tape, bandages en enkelbraces (9).

Er zijn verschillende soorten en merken enkelbraces op de markt. Deze kunnen worden onderverdeeld in drie typen enkelbraces: Semi-rigide braces, soft braces (niet-rigide braces) en op maat gemaakte braces (10). De semi-rigide braces bevatten kunststof verstevigingen (schotels, baleinen) aan de zijkant. Een voorbeeld hiervan, welke met regelmaat terugkomt in de literatuur, is de Aircast stirrup brace (10). Een soft brace is een brace die volledig van elastische materialen is gemaakt. Deze behoort lichte steun en compressie te geven (5). Een op maat gemaakte brace is een brace die individueel aangemeten wordt door een orthopedisch technicus. Semi-rigide braces en soft enkelbraces zijn confectiebraces. Deze worden niet individueel vervaardigd en zijn in winkels of via internet verkrijgbaar (11). De drie typen enkelbraces worden gebruikt om de enkel te ondersteunen en

ter preventie van terugkerende inversietrauma's (12). Het is daarom belangrijk dat er gekeken wordt naar de range of motion (ROM) van de inversiebeweging van de voet en dat een enkelbrace deze beweging beperkt ter preventie van terugkomende inversietraumata.

Er zijn verscheidene studies uitgevoerd naar het effect van een enkelbrace op verschillende biomechanische aspecten die in verband kunnen staan met het ontstaan van inversietrauma's, zoals het effect op de ROM van de inversie en de plantair flexie beweging van de voet. Tevens is onderzoek gedaan naar het effect van een enkelbrace op momenten in het enkelgewricht en van spieren. Uit deze studies blijkt dat een enkelbrace de inversie ROM, de plantairflexie beweging en momenten reduceert en daardoor de kans op (recidiverende) enkeltrauma's verlaagd (7, 13-17). In studies waar effecten van een semi-rigide enkelbrace vergeleken worden met een softbrace, taping of geen brace, blijkt dat de semi-rigide braces de meeste invloed hebben op het beperken van de ROM van de inversiebeweging (18-20). Aldus zijn er vele onderzoeken die het effect van een enkelbrace op de inversie beweging bestuderen en beschrijven, maar wat nog mist is de link met voetbal in deze studies.

Een voetbal gerelateerde kijk op de inversiebeweging in combinatie met een brace is belangrijk. Voornamelijk omdat voetbal een sport is waarbij enkelverzwikkingen vaak voorkomen, is dit interessant om te onderzoeken. Hierbij is het van belang dat een enkelbrace effectief is tijdens het voetballen.

In deze studie zal onderzocht worden naar de invloed van verschillende typen enkelbraces op de inversie ROM tijdens voetbalspecifieke bewegingen. Om dit te onderzoeken zal dieper worden ingegaan op de osteokinematica van de enkel. Kinematica houdt zich bezig met bewegingen van systemen en kan worden uitgesplitst in verscheidene richtingen waaronder osteokinematica (21). Osteokinematica zijn de bewegingen van botten (22). In dit onderzoek zal het systeem de enkel zijn en zijn inversiebeweging. De inversiebeweging wordt gemaakt door het onderste spronggewricht (OSG). Dit gewricht is een onderdeel van de enkel. De inversie beweging van het OSG heeft een normaalwaarde van 20 graden (23). Voor de (sport)podotherapeut zal deze studie van waarde kunnen zijn aangezien de podotherapeut zich voornamelijk richt op de onderste extremiteiten, zoals de enkel. De (sport)podotherapeut behandelt chronisch en lang aanhoudende enkelklachten (24). Omdat een enkelbrace vaak wordt gebruikt bij het behandelen van enkelklachten is het van belang dat een podotherapeut voldoende advies kan geven over welk type brace het beste gebruikt kan worden tijdens het voetballen voor een patiënt met chronische enkelklachten.

Daarom luidt de onderzoeksvraag van deze studie: Welk type enkelbrace heeft de meeste invloed op het remmen van de inversie ROM van de enkel tijdens voetbal specifieke bewegingen?

Methode

Zoekstrategie

Er is een systematisch literatuuronderzoek uitgevoerd, aan de hand van de databanken SPORTDiscuss en PubMed. De volgende zoektermen zijn gebruikt om tot relevante artikelen te komen: ('ankle bracing' OR 'ankle braces' OR 'ankle stabilizing orthoses' OR 'ankle stabilising orthoses' OR 'ankle support' OR 'ankle external support') AND (inversion OR 'inversion angle' OR 'inversion range of motion') AND (soccer OR football OR 'lateral cutting movements' OR 'cutting maneuvers' OR side stepping). Aangezien veel inversietraumata bij voetballers te wijten zijn aan de kapbeweging is er voor gekozen om deze specifieke beweging te includeren. Voor de kapbeweging zijn in de literatuur verscheidene benamingen te vinden zoals: cutting maneuver, lateral cutting, of side stepping. Verder zijn voetbaltrainingen of gesimuleerde voetbalwedstrijden ook geïnccludeerd. Hiervoor zijn de zoektermen 'soccer' en 'football' gebruikt.

Inclusie- en exclusiecriteria

Artikelen werden geïnccludeerd wanneer ze Engelstalig, Nederlandstalig en peer-reviewed wetenschappelijk waren. Uiteindelijk zijn alleen Engelstalige artikelen geïnccludeerd. Randomised Control Trials (RCT), clinical trials (CT) en observationele studies werden meegenomen. Alle geïnccludeerde artikelen onderzochten het effect van typen enkelbraces op de inversie ROM van de enkel tijdens een voetbalactiviteit, zoals een voetbaltraining of voetbalbewegingen zoals de kapbeweging. Tevens werden er vergelijkingen gemaakt tussen de verschillende typen braces en/of zonder brace op het effect van de inversie ROM. Aan de participanten werden geen criteria verbonden. Verder moesten de artikelen in full-text beschikbaar zijn via internet of via de mediatheek van Paramedische Hogeschool Fontys. Systematische literatuur onderzoeken werden geëxcludeerd omdat dit onderzoek een systematisch literatuur onderzoek is en gebaseerd is op RCT's, CT's of eventueel observationele studies.

Selectieprocedure

De artikelen die op basis van bovenstaande zoektermen uit de databanken kwamen, werden verder gescreend op bovenstaande in- en exclusiecriteria. De artikelen werden geïnccludeerd of geëxcludeerd op relevantie op basis van de titel, deze moest aansluiten op de hoofdvraag van dit onderzoek. In dit proces zijn de dubbele titels verwijderd. Van de titels die overbleven werd het abstract gelezen. Indien in het abstract naar voren kwam dat de enkelbraces niet werden getest tijdens voetbalbewegingen of een voetbalactiviteit werden ze geëxcludeerd. De artikelen die na het doornemen van het abstract zijn geïnccludeerd, werden daaropvolgend volledig gelezen. Uit deze artikelen is in de literatuurlijst gezocht naar andere relevante artikelen (sneeuwbalmethode). Dit is gedaan op basis van relevantie van de titel. Dit hele proces werd verwerkt worden in een flowchart (Figuur 2).

De relevante informatie van elk geïnccludeerd artikel werd beknopt verwerkt in een data-extractietabel (Bijlage 1).

Methodologische kwaliteitsbeoordeling

Elk geïncludeerd artikel werd beoordeeld op zijn methodologische kwaliteit. Dit is gedaan aan de hand van beoordelingslijsten van Wouters et al. (25). De beoordelingslijsten bestaan uit een aantal criteria punten waarop gescoord kan worden. Voor CT's werd dezelfde lijst gebruikt als voor RCT's (tabel 2 en tabel 3). Het criterium 'randomisatie' werd weggelaten omdat die niet van toepassing is op CT's.

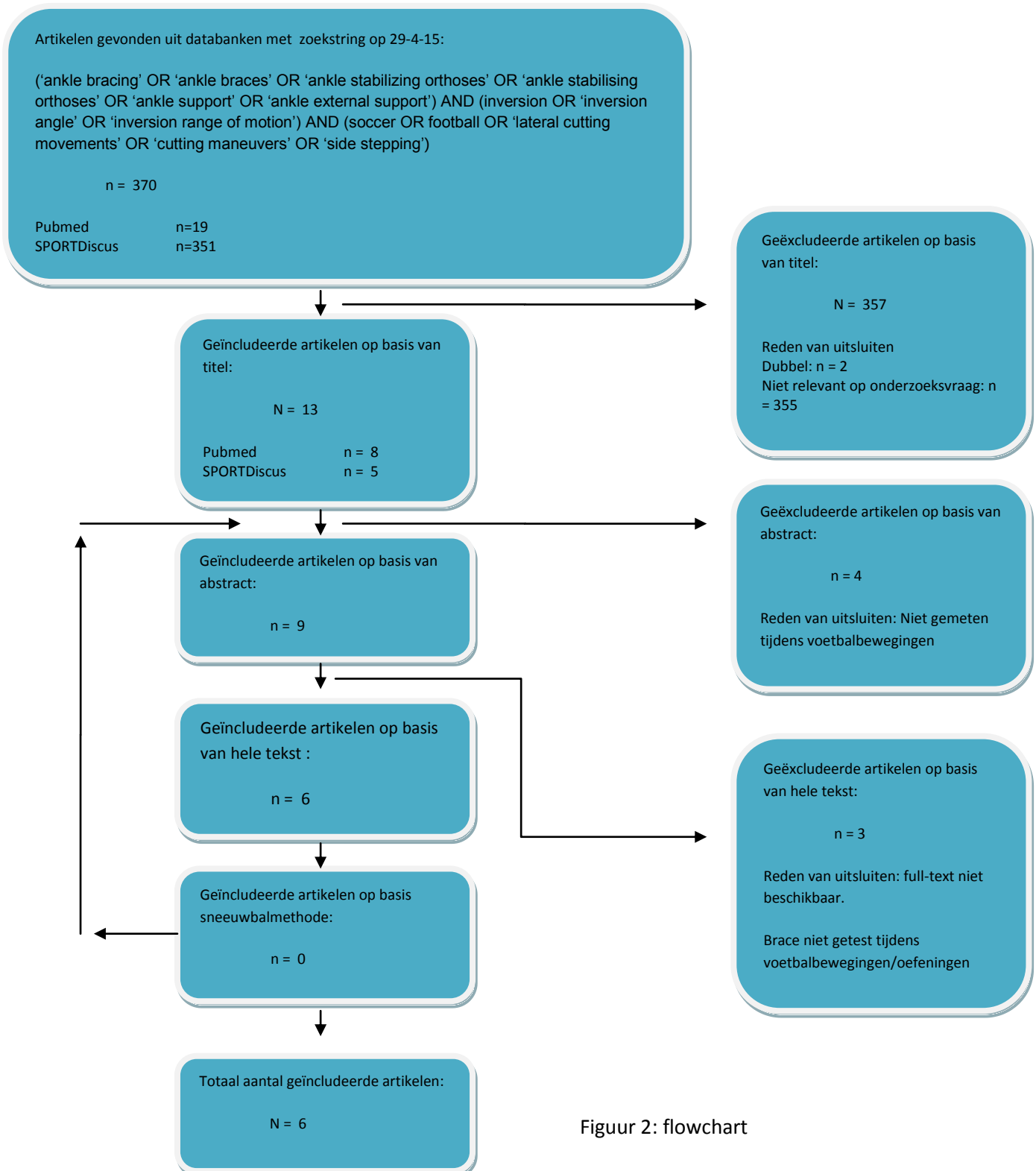
Daarnaast is uit beide checklist het item 'blinding' verwijderd, deze was niet van toepassing op alle geïncludeerde artikelen omdat zowel door de deelnemers als degene die de interventies aanbracht op de deelnemers, gezien kon worden welke type brace het was.

Op elk criterium was maximaal 1 punt te behalen. Er werd met 1 punt gescoord wanneer een artikel voldeed aan het criterium. Wanneer het er niet aan voldeed werden er 0 punten behaald. Voor RCT's kon maximaal 7 punten behaald worden. In tabel 4 en tabel 5 staan het gescoorde aantal punten en daar bij behorende de mate van kwaliteit. Als er 1 tot 2 punten werden gescoord was het artikel van zwakke kwaliteit. Bij 3 tot 5 punten was het van matige kwaliteit en 6-7 punten van goede kwaliteit. Bij CT's konden maximaal 7 punten worden toegekend. Hierbij werd voor 1 tot 2 punten een zwakke kwaliteit gerekend. Bij een score van 3 tot 4 punten is het artikel van matige kwaliteit. Heeft het artikel 5 tot 6 punten behaald dan is het van goede kwaliteit. In de discussie is besproken of een artikel van hoge of lage kwaliteit zwaarder of juist minder zwaar meetelt aan de conclusie van dit onderzoek.

Resultaten

Na het screenen van 370 artikelen op de in- en exclusiecriteria zijn uiteindelijk zes studies geïnccludeerd. Er zijn vier RCT's meegenomen in dit onderzoek en twee CT's. De uitkomst van de screening van de artikelen staat beschreven in de flowchart (figuur 2). Er is een data-extractietabel gemaakt waarin de relevante data uit de geïnccludeerde onderzoeken staat vermeld (Bijlage I).

Onderstaande zijn de belangrijkste gegevens van het data-extractietabel nader besproken.



Figuur 2: flowchart

Deelnemers

De deelnemers van de zeven onderzoeken waren overwegend mannen. Twee studies hadden uitsluitend mannelijke deelnemers (26, 27). In twee onderzoeken stond niet beschreven of de deelnemers mannelijk of vrouwelijk betroffen, of hoeveel deelnemers mannelijk of vrouwelijk waren (28, 29).

Het onderzoek met de meeste participanten was het onderzoek van Yaggie et al. (28). De groep bestond uit 30 deelnemers. De kleinste groep van 8 deelnemers kwam voor in het onderzoek van Forbes et al. (26).

In het onderzoek van Forbes et al. (26) waren de deelnemers amateur voetballers. In het onderzoek van Simpson et al. (29) waren alle deelnemers lid van een teamsport en in het onderzoek van Lee et al. (27) waren de deelnemers recreatieve atleten. Aan welke (team)sporten de participanten deelnamen werd in beide onderzoeken niet benoemd. De onderzoekspopulatie van het onderzoek van Gudibanda et al. (6) bestond uit studenten met een gemiddelde lichamelijke conditie. Verder waren in het onderzoek van Yaggie et al. (28) alle deelnemers actief. Op welke manier de deelnemers actief waren werd niet beschreven. In het onderzoek van Zhang et al. (30) werd niet benoemd of de participanten wel of niet actief waren of deelnamen aan een bepaalde sport.

Twee studies hadden deelnemers met enkelklachten. In het onderzoek van Lee et al. (27) had een groep deelnemers die een geschiedenis hadden met 2^e graads enkelverzwikkingen. Het onderzoek van Simpson et al. (29) richtte zich op deelnemers met een chronische enkelinstabiliteit. Bij de andere vijf geïnccludeerde onderzoeken hadden de deelnemers geen klachtenhistorie met enkelblessures.

Typen enkelbraces

In de geïnccludeerde studies zijn vergelijkingen gemaakt tussen semi-rigide braces, op maat gemaakte braces, soft braces en/of geen brace (6, 26-30). In totaal zijn er 13 enkelbraces geïnccludeerd in dit literatuuronderzoek. Vier daarvan waren soft braces, zeven waren semi-rigide braces en twee op maat gemaakte braces. Onderstaande een overzicht met de belangrijkste gegevens van de braces per onderzoek (tabel 1).

Tabel 1: typen enkelbraces

Onderzoek	Type enkel brace	Merk brace	Belangrijkste Kenmerken
Forbes et al. (26)	Semi-rigide	Aircast Airsport brace	- Mediaal en lateraal harde verstevigingen - Klittenband
Gudibanda et al. (6)	Soft	Ankle Stabilizing Orthoses (ASO medical specialties)	- Neopreen - Vetersluiting
Lee et al. (27)	1. Op maat gemaakte brace. 2. Semi-rigide 3. Semi-rigide	1. Merkloos 2. Aircast Sports Stirrup 3. A60 Elastische Ankle Sleeve	1. Gemaakt door een orthopedisch technicus van thermoplastisch materiaal. 2. Mediaal en lateraal plastic banden. 3. Mediaal en lateraal plastic verstevigingen

Zhang et al. (30)	1. Soft 2. Semi-rigide 3. Semi-rigide	1. Ankle Stabilizing Orthosis (ASO medical specialties) 2. The Element Brace 3. Functionale Ankle Brace	1. Neopreen, vetersluiting 2. Bandensysteem 3. Mediaal en lateraal versterking + klittenband
Yaggie et al. (28)	1. Soft 2. Semi-rigide	1. Lateral ankle stabilizer 2. MC David ankle guard	1. Elastische mouw 2. Plastic mediale en laterale versterkingen
Simpson et al. (29)	1. Soft 2. Op maat gemaakte brace. 3. Semi-rigide	1. Soft sleeve (Swede-o) 2. Modified Malleoloc 3. Aircast Sport Stirrup	1. Elastische mouw 2. Hervormbaar 3. Mediaal en lateraal plastic banden.

Uitgevoerde voetbalbewegingen

In de meeste studies werden de enkelbraces getest tijdens de kapbeweging (6, 27, 29, 30). In het onderzoek van Gudibanda et al. (6) is deze zowel zijwaartse als voorwaarts uitgevoerd. Bij de voorwaartse kapbeweging werden drie tot vier voorwaartse stappen in een hoek van 45 graden gemaakt. Vervolgens werd er zo snel mogelijk naar links gekapt. De zijwaartse kapbeweging hield in dat de deelnemers, met drie tot vier zijwaartse passen, zo snel mogelijk naar rechts moesten gaan. Vervolgens werd de rechtersoet op het krachtenplatform geplaatst, en werd er zo snel mogelijk zijwaarts terug gelopen naar het startpunt. Beide kapbewegingen werden één keer met de soft brace uitgevoerd en één keer zonder brace uitgevoerd.

In het onderzoek van Lee et al. (27) werd alleen de zijwaartse kapbeweging uitgevoerd. Deze werd exact hetzelfde gedaan als de zijwaartse kapbeweging van het onderzoek van Gudibanda et al (6). De bewegingen werden uitgevoerd zonder brace, met de op maat gemaakte brace en de twee semi-rigide enkelbraces.

Ook in het onderzoek van Zhang et al. (30) werd een zijwaartse kapbeweging gedaan. In dit onderzoek werd niet aangegeven hoeveel stappen er zijwaarts werden gemaakt. De bewegingen werden uitgevoerd zonder brace, met de soft brace, en de twee semi-rigide braces.

In het onderzoek van Simpson et al. (29) werd de zijwaartse kapbeweging op dezelfde manier uitgevoerd als bij de studies van Lee et al. (27) en Gudibanda et al. (6). De bewegingen werden uitgevoerd zonder brace, met de op maat gemaakte brace, de semi-rigide brace en de soft brace.

In één onderzoek werd een echte voetbalwedstrijd gesimuleerd. Dat was in het onderzoek van Forbes et al. (26). Daarin werd gebruik gemaakt van de Soccer-Specific Aerobic Field Test (SAFT-90). Dit is een test die een voetbalwedstrijd nabootst met behendigheid- en snelheidsoefeningen. De test duurde 45 minuten. De oefeningen werden met de semi-rigide brace en zonder brace gedaan. De interventies werden op verschillende dagen getest met minimaal zeven dagen rust ertussen.

Yaggie et al. (28) maakte gebruik van een shuttle run route die de deelnemers moesten afleggen. De shuttle run bestond uit sprinten, achteruit rennen, de zijwaartse kapbeweging, starten en stoppen. De route werd zonder brace, met de soft brace, en met de semi-rigide brace uitgevoerd. Elke interventie werd op een andere dag getest met minimaal 48 uur rust ertussen.

Meetomstandigheden

De metingen bij het onderzoek van Forbes et al. (26) werden verricht met een goniometer. Het dominante been werd gemeten. Dit was bij alle deelnemers het rechter been. Er werd gemeten voor aanvang van de test (na 0 minuten), na 15, 30 en 45 minuten. De goniometer werd geplaatst op de ventrale zijde van de gewrichtsspleet van het talocruralis gewricht, op os metatarsale twee en de ventrale zijde van het middelste gedeelte van het tibia. Er werden drie metingen gedaan waarvan het gemiddelde werd berekend.

Gudibanda et al. (6) maakten gebruik van een drie-dimensionaal systeem met twee infrarood camera's om bewegingen te meten. De metingen werden gedaan tijdens de zijwaartse kapbewegingen. Om de bewegingen op te kunnen vangen werden reflecterende markers geplaatst op de talus, het onderbeen en de posteriole zijde van de calcaneus. Tevens werd er gebruik gemaakt van een drukmeetplaat voor het meten van verschillende standfases.

Lee et al. (27) maakten ook gebruik van een drie-dimensionaal systeem met zes infrarood camera's. De metingen werden gedaan tijdens de kapbewegingen. De reflecterende markers werden op de laterale en mediale malleoli bevestigd, op de caput fibula, tuberositas tibia, calcaneus en de eerste en vijfde caput metatarsalia. Het dominante been werd gemeten. Welk been het dominante been was stond niet beschreven.

In het onderzoek van Zhang et al. (30) werd gemeten met een drie-dimensionaal systeem met zeven camera's. Of deze camera's infrarood waren stond niet beschreven. Er werden reflecterende markers aangebracht op de linker en rechter spina iliaca anterior superior (SIAS), trochanter major, rechter femur epicondyl, rechter mediale en laterale malleoli en op de rechter eerste en vijfde caput metatarsalia. Vier markers werden bevestigd op het rechter dijbeen en drie markers op de posteriole en laterale zijde van de hielkap van de rechter schoen. De rechter voet werd gemeten. Voor alle participanten, behalve één deelnemer, was het rechter been ook het dominante been. De metingen werden gedaan tijdens de kapbewegingen.

Yaggie et al. (28) voerden een ROM meting uit volgens de American Academy of Orthopedic Surgeon Guidelines. De metingen werden uitgevoerd door een goniometrisch technicus. Beide enkels werden twee keer gemeten en het gemiddelde werd berekend. Op welke momenten er gemeten werd is niet beschreven in het onderzoek.

De metingen in het onderzoek van Simpson et al. (29) werden gedaan met een drie-dimensionaal systeem met vier infrarood camera's. Reflecterende markers werden bevestigd op de voor- en achterzijde van het tibia en de achillespees van het rechterbeen. Om de mediale-, laterale- en de achterzijde van de calcaneus te meten werden de markers geplaatst op de schoen, ter hoogte van die locaties. Ook boven op de schoen, de dorsale zijde van de voet ter hoogte van de tweede os metatarsale, werd een reflecterende marker bevestigd. De metingen werden gedaan tijdens de kapbeweging.

Typen schoeisel gedragen tijdens de meting

Behalve in het onderzoek van Gudibanda et al. (6) droegen de deelnemers van elk onderzoek schoeisel tijdens de metingen. Bij de onderzoeken van Lee et al. (27), Zhang et al. (30) en Simpson et al. (29) werden er testschoenen gebruikt uit het laboratorium. Specificaties over deze schoenen

werden verder niet besproken in de onderzoeken. In het onderzoek van Forbes et al. (26) droegen de deelnemers indoor training schoenen. Bij het onderzoek van Yaggie et al. (28) werd een lage sportschoen gebruikt.

Uitkomstmaten

Alle geïnccludeerde onderzoeken namen de inversie ROM als uitkomstmaat. Vier onderzoeken specificieerden de inversie ROM in de inversie hoek en de maximale inversie hoek (6, 27, 29, 30). Een andere benaming voor maximale inversie hoek is piek inversie hoek. Deze benaming werd in het onderzoek van Lee et al. (27) gebruikt. Voor dit literatuur onderzoek is gekozen door de onderzoeker om een benaming aan te houden, de maximale inversie hoek. Forbes et al. (26) en Yaggie et al. (28) namen de inversie ROM als uitkomstmaat om de enkelbraces te testen op het effect op de inversie ROM. Forbes et al. (26) beschreven dit in de inversie ROM van de enkel. Yaggie et al. (28) specificieerden het in de inversie ROM van het onderste spronggewricht (OSG). Gudibanda et al. (6) koos voor de inversie hoek van de enkel en Lee et al. (27) kozen voor de inversie hoek van het OSG. Gudibanda et al. (6) heeft ook gemeten tijdens early-stance (ES), mid- stance (MS) en late-stance (LS). Lee et al. (27) berekende daarnaast ook de maximale inversiehoek tijdens initial contact (IC). Zhang et al. (30) en Simpson et al. (29) namen de maximale inversie hoek als uitkomstmaat. Zhang et al. (30) koos hier voor de enkel. In het onderzoek van Simpson et al. (29) stond niet exact beschreven welk onderdeel van de voet werd gemeten, zij beschreven de inversie ROM van het voet en enkel complex.

Resultaten van het effect van de enkelbraces op de inversie ROM

De ASO Soft brace van het onderzoek van Gudibanda et al. (6) had ten opzichte van alle andere 12 enkelbraces van de geïnccludeerde artikelen de meeste invloed op het remmen van de inversie ROM. Bij de voorwaartse kapbeweging werd er een significante remming gemeten tijdens ES, MS en LS ten opzichte van zonder brace ($p < 0.05$). Tijdens ES werd er een inversie hoek gemeten van 15.92° , tijdens MS 10.74° en tijdens LS 18.33° . Bij de zijwaartse kapbeweging werd een significante vermindering van inversie hoek gemeten tijdens MS en LS van de ASO brace ten opzichte van zonder brace ($p < 0.05$). Bij MS werd er een inversie hoek gemeten van 9.22° en bij LS 16.59° .

De resultaten tijdens MS zijn de laagste inversie ROM waardes ten opzichte van alle andere braces.

Bij de zijwaartse kapbeweging was deze 9.22° en tijdens de voorwaartse kapbeweging 10.74° .

De soft enkelbrace van het onderzoek van Yaggie et al. (28) had ook veel invloed op het remmen van de inversie ROM. Er werd een significant verschil in vermindering van inversie ROM gevonden ten opzichte van het meten zonder brace ($p < 0.01$). Er werd 10.12° inversie ROM gemeten met de soft brace.

De semi-rigide enkelbrace die het meeste invloed had op de inversie ROM was de MC David Ankle Guard in het onderzoek van Yaggie et al (28). Deze enkelbrace remde de inversie ROM tot 11.53° . Er werd een significant verschil in vermindering van inversie gevonden ten opzichte van het meten zonder brace ($p < 0.01$). De semi-rigide brace die ook veel invloed had op de remming van de inversie ROM was de AirCast AirSport brace van het onderzoek van Forbes et al (26). Voor aanvang van de oefening remde de brace tot 10° inversie ROM. Na 45 minuten sporten was de inversie ROM 14.5° . Er

was een significant verschil tussen de Aircast Airsport brace en zonder brace gedurende alle gemeten tijden ($p < 0.01$).

In het onderzoek van Zhang et al. (30) werden de Element brace, de Functional brace, de ASO soft brace en zonder brace met elkaar vergeleken. De Element brace en de Functional brace verminderde significant de maximale inversie hoek ten opzichte van de ASO brace en zonder brace $p < 0.008$. Er werd een maximale inversie hoek gemeten van 26.7° zonder brace, 24.6° met de Element brace, 23.7° met de Functional brace en 27.3° met de ASO soft brace.

In het onderzoek van Simpson et al. (29) werden een op maat gemaakte brace, de semi-rigide Aircast Sports-stirrup, de Swede-O soft brace en zonder brace met elkaar vergeleken. Geen één brace had een positieve invloed op het remmen van de inversie ROM. Er werd echter wel een significant verschil gemeten. Dit was een significant verschil in toename van de maximale inversie hoek van de op maat gemaakte brace ten opzichte van de semi-rigide brace en de soft brace ($p < 0.05$). Geen één brace verminderde de maximale inversie hoek meer dan wanneer er zonder brace werd gemeten. De soft brace in het onderzoek had de meeste invloed op het verminderen van de maximale inversie hoek ten opzichte van de andere enkelbrace, maar verminderde evenveel maximale inversie hoek dan wanneer er zonder brace werd gemeten. Er werd een maximale inversie hoek van 34° gemeten (29).

De andere op maat gemaakte brace die in het onderzoek van Lee et al. (27) werd getest had meer invloed op het remmen van de inversie ROM. Er werd een inversie hoek gemeten van 15.0° tijdens IC bij de deelnemersgroep met een klachtenhistorie met enkelverzwikkingen en 13.8° bij de deelnemersgroep zonder historie met enkelverzwikkingen. De maximale inversie hoek was 32.5° bij de deelnemers met enkelverzwikkingen en 30.8° bij de deelnemers zonder enkelverzwikkingen. Er was een significante vermindering van inversie hoek bij de op maat gemaakte brace bij IC ten opzichte van de metingen zonder brace bij de groep met een historie met enkelverzwikking ($p = 0.004$) en bij de groep deelnemers zonder een historie met enkelverzwikkingen ($p = 0.006$). Ook was er significante vermindering van de maximale inversie hoek van de op maat gemaakte brace ten opzichte van beide semi-rigide brace en zonder brace bij beide deelnemersgroepen ($p = 0.000$).

Methodologische kwaliteitsbeoordeling

Vier van de zes geïnccludeerde studies waren RCT's (6, 26, 27, 30). De andere artikelen waren CT's (28, 29). De kwaliteit van de studies is beoordeeld aan de hand van een criteriumlijst voor RCT's (tabel 2 en tabel 3) (25). Het aantal gescoorde punten en bijbehorende mate van kwaliteit van RCT's en CT's staan vermeld in tabel 4 en tabel 5.

Alle RCT's en een CT scoorden nul punten op het criterium 'Selectie van patiënten'. Zij gaven een onduidelijke beschrijving van de inclusie- en/of exclusiecriteria van de patiënten en daarom scoorden zij geen punt daarop.

Beide CT's scoorden 0 punten op het criterium 'loss-to-follow-up'. Ook bij de RCT onderzoeken scoorden de meeste 0 punten op het criterium 'loss-to-follow-up'. Uitzondering was het RCT onderzoek van Forbes et al. (26), waarbij wel een beschrijving was van hoeveel en om welke reden er deelnemers afvielen.

Geen van de onderzoeken scoorde het maximaal aantal punten. Één RCT scoorde een goed (26). De overige drie scoorden een matig. Één CT scoorde een matig en de andere CT een goed (28, 29).

Tabel 2: Criteria beoordeling kwaliteit van RCT's:

Onderzoek	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	Totaal score	Kwaliteit
Forbes et al. (26)	0	1	1	1	1	1	1	6	Goed
Gudibanda et al. (6)	0	1	1	1	1	1	0	5	Matig
Lee et al. (27)	0	1	1	1	1	1	0	5	Matig
Zhang et al. (30)	0	1	1	1	1	1	0	5	Matig

C1: Selectie van patiënten, C2: Inhoud en vergelijkbaarheid behandeling, C3: Randomisatie, C4: Vergelijkbaarheid van de groepen, C5: Kwaliteit van de uitkomstmaat, C6: Intention-to-treat-analyse, C7: loss-to-follow-up(25).

Tabel 3: Criteria beoordeling kwaliteit van CT's:

Onderzoek	C1	C2	C3	C4	C5	C6	Totaal score	Kwaliteit
Yaggie et al. (28)	0	1	1	1	1	0	4	Matig
Simpson et al. (29)	1	1	1	1	1	0	5	Goed

C1: Selectie van patiënten, C2: Inhoud en vergelijkbaarheid behandeling, C3: Vergelijkbaarheid van de groepen, C4: Kwaliteit van de uitkomstmaat, C5: Intention-to-treat-analyse, C6: loss-to-follow-up(25).

Tabel 4: Aantal gescoorde punten en bijbehorende mate van kwaliteit van RCT's

Aantal punten:	Kwaliteit
1-2	Zwak
3-5	Matig
6-7	Goed

Tabel 5: Aantal gescoorde punten en bijbehorende mate van kwaliteit van CT's

Aantal punten	kwaliteit
1-2	Zwak
3-4	Matig
5-6	Goed

Discussie

Dit literatuuronderzoek gaat over de invloed van verschillende typen enkelbraces op de inversie ROM van de enkel tijdens voetbalbeweging om te kunnen adviseren als podotherapeut welke type brace het beste is voor een voetballer met enkelklachten. Te verwachten is dat een op maat gemaakte enkelbrace de meeste invloed zal hebben omdat die individueel vervaardigd wordt (11). Om deze vraag te beantwoorden zijn zes artikelen onderzocht. In de studies werden in totaal 13 enkelbraces getest op het remmen van de inversie ROM tijdens voetbalbewegingen. Tegen de verwachtingen in, had een soft brace de meeste invloed op het remmen van de inversie ROM van de enkel tijdens voetbalbewegingen. Dat was de ASO soft brace van het onderzoek van Gudibanda et al. (6). Dezelfde soft enkelbrace werd ook gebruikt in het onderzoek van Zhang et al. (30) Echter in die studie had de ASO soft brace veel minder invloed op het remmen van de inversie ROM.

Er zijn meerdere factoren die invloed hebben op de resultaten van dit literatuur onderzoek.

Onderstaande zullen deze factoren besproken en bediscussieerd worden.

De geïncludeerde artikelen hadden voornamelijk geringe onderzoekspopulatie. Ook werd bij sommige artikelen niet aangegeven of de deelnemers mannelijk of vrouwelijk betroffen, of hoeveel deelnemers mannelijk of vrouwelijk waren (28, 29). Geslacht en kleine deelnemersgroepen kunnen een grote invloed hebben op de resultaten (31). Ook het includeren van participanten met enkelklachten zorgt ervoor dat er geen eerlijke vergelijking kan worden gemaakt tussen de typen enkelbraces en de invloed op de remming van de inversie ROM. Het onderzoek van Simpson et al. (29) includeerden deelnemers met chronische enkel instabiliteit. De resultaten van dat onderzoek waren niet volgens verwachting. De metingen zonder enkelbrace en met de soft brace remden de meeste inversie ROM. Terwijl verwacht wordt dat een semi-rigide- of een op maat gemaakte enkelbrace meer inversie ROM remt dan bijvoorbeeld zonder brace. Een mogelijke verklaring van de onderzoekers was dat de deelnemers zich wellicht hebben ingehouden, tijdens de momenten dat er minder steun was rond hun enkels, om blessures te voorkomen vanwege de chronische enkelinstabiliteit. Aangezien er dermate verschil zit in de onderzoekspopulatie van de geïncludeerde artikelen, en daardoor individuele lichamelijke factoren invloed kunnen hebben op de resultaten, kan geen eerlijke vergelijkingen worden gemaakt tussen de resultaten van de effecten van de braces om de inversie ROM.

Een factor die eveneens de resultaten kan beïnvloeden, was het bepalen of een enkelbrace soft of semi-rigide was. In twee geïncludeerde studies stond het er letterlijk in (29, 30). Maar in de andere vier studies stond het er onduidelijk in (6, 26-28). In de geïncludeerde artikelen waar niet letterlijk werd beschreven wat voor type enkelbrace de interventie was, moest het type brace zelf bepaald worden. Dit werd gedaan aan de hand van de beschrijving van de enkelbraces. Wanneer er harde materialen in verwerkt waren, was er sprake van een semi-rigide brace. Bestond de enkelbrace alleen uit zachte soepele materialen werd bepaald door de onderzoeker van dit literatuuronderzoek dat het een soft brace was (5). Wanneer er helemaal geen beschrijving werd gegeven werden de enkelbraces via

internet gezocht. Aan de hand van de beschrijving die op internet stond werd bepaald of het een semi-rigide brace of een soft brace was. Soms werden bepaalde enkelbraces in meerdere onderzoeken gebruikt waar wel duidelijk werd aangegeven welk type het was en kon het op die manier achterhaald worden. Omdat het type brace zelf bepaald moest worden bestaat het risico op het foutief bestempelen van een bepaald type brace. Dat kan er voor zorgen dat de resultaten minder betrouwbaar zijn.

Een ander factor welke invloed heeft op de resultaten waren de oefeningen die uitgevoerd werden door de deelnemers. De voetbalbewegingen die zijn uitgevoerd door de deelnemers om de enkelbraces te testen kwamen namelijk niet exact met elkaar overeen. In vier onderzoeken werd de kapbeweging uitgevoerd (6, 27, 29, 30). Dit is een beweging die veel wordt uitgevoerd tijdens het voetballen en de kans op inversietraumata vergroot (6, 7). Echter wordt deze beweging ook uitgevoerd bij andere sporten zoals basketbal (32). Het is dus geen beweging die specifiek alleen door voetballers wordt gedaan. In één onderzoek werd een shuttle run gedaan (28). Hier kwam de kapbeweging in voor, maar ook andere oefeningen. Hoewel alle bewegingen die uitgevoerd werden door de deelnemers van alle geïnccludeerde artikelen met voetbal te maken hadden was er maar één onderzoek die daadwerkelijk voetballers tijdens een voetbalwedstrijd onderzocht. Dit was het onderzoek van Forbes et al. (26). Dit literatuuronderzoek is gericht op voetbal om te kunnen adviseren welke brace het beste is voor een voetballer. Maar omdat de invloed van de typen enkelbraces op de inversie ROM niet allemaal tijdens specifieke voetbalbewegingen zijn gemeten zijn de interventies niet specifiek voor voetballers.

In de geïnccludeerde onderzoeken werd met verschillende meetapparatuur de inversie ROM van de enkel gemeten. In de meeste onderzoeken werd dit met een driedimensionaal systeem en camera's gedaan (6, 27, 29, 30). Bij sommige onderzoeken werden meerdere camera's gebruikt dan bij andere. In de andere twee onderzoeken werd met een goniometer getest (26, 28). Omdat de inversie ROM niet allemaal met dezelfde meetapparatuur is gemeten kan dat de resultaten beïnvloeden. Een ander factor is op welke delen van het lichaam en de schoen de reflecterende markers werden bevestigd. Deze werden niet in elk onderzoek op dezelfde locaties bevestigd. Om resultaten exact met elkaar te kunnen vergelijken moet er allemaal op dezelfde manier worden gemeten.

Er was verschil in het type schoeisel welke gedragen werd door de deelnemers. Behalve in het onderzoek van Gudibanda et al. (6) werd er in elke studie met schoeisel getest. Het dragen van schoenen heeft invloed op de bewegingen van de voet, wat ook geldt voor de inversie ROM. In een onderzoek van Morio et al. (33) werd geconcludeerd dat schoeisel de natuurlijke bewegingen van de voet remt. Er kan dus nauwkeuriger gemeten worden zonder schoeisel. Daarentegen is meten van de inversie ROM met schoen realistischer dan wanneer er geen schoenen worden gedragen omdat tijdens het sporten, wanneer inversietraumata plaatsvinden, schoeisel wordt gedragen. Omdat er verschillend schoeisel of geen schoeisel werd gedragen tijdens de metingen welke invloed heeft op de bewegingen van de voet, kan er geen eerlijke vergelijkingen worden gemaakt tussen de resultaten van de invloeden van de enkelbraces op de inversie ROM.

Een ander factor welke de resultaten kan beïnvloeden zijn de verschillende uitkomstmaten van de geïnccludeerde onderzoeken. De enkelbraces werden beoordeeld op de invloed die ze hebben aan de hand van het effect op de ROM van de inversie beweging van de enkel. In de geïnccludeerde onderzoeken werden verschillende onderdelen van de ROM als uitkomstmaat gebruikt: De inversie hoek, de maximale inversie hoek of gewoon de inversie ROM. Omdat er verschillende momenten van de inversie ROM zijn gemeten kunnen de resultaten niet exact met elkaar vergeleken worden. Tevens koos het onderzoek van Lee et al. (27) de piek inversiehoek als uitkomstmaat en in sommige werd deze benoemd als de maximale inversiehoek. Dit zijn beide de hoogst gemeten inversie ROM, dus in dit literatuur onderzoek is bepaald door de onderzoeker om één benaming aan te houden, de maximale inversiehoek. Aangezien dit zelf is bepaald kan het zijn dat het verkeerd is bepaald, dit kan er ook voor zorgen dat resultaten minder betrouwbaar zijn.

In vier geïnccludeerde artikelen werd niet exact aangegeven welk gewricht van de voet werd gemeten op de inversie ROM. In de onderzoeken van Zhang et al. (30), Forbes et al. (26) en Gudibanda et al. (6) werd gesproken over de inversie van de enkel. Maar de enkel bestaat uit meerdere gewrichten. In het onderzoek van Simpson et al. (29) werd gesproken over het voet en enkel complex, er werd geen specifiek gewricht genoemd. Lee et al. (27) en Yaggie et al. (28) specificeerden het op de inversie ROM van het subtalaire gewricht (onderste spronggewricht). Om er zeker van te zijn dat in elk onderzoek hetzelfde gewricht is gemeten zou het in elk onderzoek exact moeten worden vermeld. Ook al zou het logisch zijn, er kan nu niet met zekerheid worden gezegd dat de inversie beweging van het OSG is gemeten wat effect heeft op de resultaten.

Wat opvalt uit de resultaten van de methodologische kwaliteitsbeoordeling was dat geen één geïnccludeerde artikel het maximaal aantal punten scoorden. Twee van de zes artikelen werden beoordeeld met een goede kwaliteit. Forbes et al. (26) en Simpson et al. (29) scoorden het hoogst. Hoe lager de kwaliteit van een onderzoek is hoe minder zwaar die meetelt aan de conclusie van dit onderzoek. Aangezien de andere vier onderzoeken een matige kwaliteit hebben worden zij minder zwaar meegeteld.

Sterktes en zwaktes van dit onderzoek

Een zwakte van dit literatuur onderzoek is dat er geen in- of exclusie criterium is gebonden aan de datering van de artikelen. Hierdoor zijn artikelen geïnccludeerd die wellicht gedateerd zijn, zoals het onderzoek van Simpson et al. (29).

Er zijn veel wetenschappelijke onderzoeken te vinden over wat het effect is van een enkelbrace op verscheidene kinematische aspecten. Maar wat de invloed is van een enkelbrace op de inversie ROM tijdens voetbalbewegingen is weinig over bekend, waardoor minder literatuur te vinden is. Omdat er weinig over te vinden is zijn er uiteindelijk maar zes artikelen geïnccludeerd voor dit onderzoek. Dat geeft een erg magere onderbouwing op de conclusie. Aangezien er weinig data is onderzocht zijn er ook weinig op maat gemaakte braces geïnccludeerd waardoor geen eerlijke vergelijking kan worden gemaakt ten opzichte van de soft enkelbraces en de semi-rigide enkelbraces.

Een ander aspect die genoemd dient te worden is de manier waarop de score van de kwaliteitsbeoordeling is bepaald. Voor elk criterium was maximaal 1 punt te behalen. Terwijl sommige criteria wellicht waardevoller waren dan andere criteria. Een criterium welke bijvoorbeeld belangrijk is bij RCT's is het criterium 'randomisatie'. Criterium 'loss-to-follow-up' is minder waardevol voor dit onderzoek omdat alle onderzoeken van de geïnccludeerde studies van korte tijdsperiode waren met kleine deelnemers groepen en daardoor de kans op uitval veel kleiner is. Om de score eerlijker te maken zou voor criterium 'randomisatie' dan wellicht maximaal 2 punten te behalen zijn, en voor 'loss-to-follow-up' 1 punt.

Een andere zwakte van de methodologische kwaliteitsbeoordeling van dit onderzoek is dat de beoordeling is gedaan door één persoon. Om de kwaliteitsbeoordeling te versterken zou deze door minimaal twee personen gedaan moeten worden.

Een sterkte van dit onderzoek is dat er ook gekeken is naar minder opvallende factoren zoals het type schoeisel dat gedragen is door de deelnemers tijdens het testen van de enkelbraces. Tevens is er niet alleen gekeken naar verschil tussen wel en geen brace, maar er is ook onderscheid is gemaakt tussen verschillende typen braces. Een andere sterkte is dat er kritisch is gekeken naar de resultaten van dit literatuuronderzoek welke bovenstaand in discussie zijn besproken. Hierdoor zijn er veel opvallende aspecten naar voren gekomen die wellicht mee kunnen worden genomen bij vervolgonderzoek.

Aanbevelingen voor de podotherapeutische praktijk

Wanneer een voetballer bij de podotherapeut komt met een klachtenhistorie met inversietraumata kan als interventie of ter preventie van recidiverende inversietrauma's op basis van de resultaten van dit literatuuronderzoek geadviseerd worden op een soft enkelbrace. Een softbrace die geadviseerd kan worden is de ASO enkelbrace. Dit is een soft enkelbrace die ook in Nederland eenvoudig te bestellen is via internet. Wel moet niet vergeten worden dat er verschillende factoren zijn die invloed hebben op de resultaten van dit literatuur onderzoek en kan een andere enkelbrace wellicht ook goed zijn voor een voetballer met enkelklachten.

Vervolgonderzoek

Om dit onderzoek te versterken zou er in het vervolg meer data moeten worden verzameld. Wanneer er meer artikelen zijn met een goede methodologische kwaliteit, zijn er meer resultaten waarop een sterkere conclusie kan worden gebouwd. Tevens zijn er dan meer enkelbraces met elkaar te vergelijken. In dit onderzoek waren maar twee op maat gemaakte braces waardoor er geen eerlijke vergelijking kan worden gemaakt.

Om een sterkere conclusie te trekken zou er in het vervolg strengere inclusie- en exclusiecriteria moeten zijn. Voornamelijk gericht op het specificeren van de uitkomstmaat zodat de effecten van de interventies beter vergeleken kunnen worden. Ook het excluderen van verouderde artikelen is een factor welke invloed heeft op de waarde van de resultaten. Verouderde data geeft een minder realistisch beeld waardoor resultaten minder waardevol worden. De gebruikte meetapparatuur kan bijvoorbeeld verouderd zijn waardoor er minder exact gemeten wordt. Een ander aspect is het includeren van grotere deelnemersgroepen. In dit onderzoek zijn de onderzoekspopulatie erg gering. Met kleine onderzoeksgroepen kunnen individuele verschillen grote invloed hebben op de resultaten.

Dit geldt ook voor het includeren van participanten met enkelklachten. Zij kunnen de resultaten beïnvloeden omdat zij zich wellicht bewust inhouden om blessures te voorkomen. Voor vervolgonderzoek zouden er dan alleen deelnemers zonder enkelklachten moeten worden geïnccludeerd, of alleen deelnemers met enkelklachten. Daarnaast zijn de enkelbraces getest tijdens verschillende voetbalbewegingen die niet allemaal specifiek met voetbal te maken hebben. Om een zuiver advies te kunnen geven op welk type enkelbrace het beste is voor voetballers zou er in het vervolg alleen tijdens specifieke voetbalbewegingen (voetbalwedstrijden/trainingen) moeten worden gemeten

In dit onderzoek zijn de invloed van typen enkelbraces op de inversie ROM bestudeert. Die onderzoeken waren allemaal van korte tijdsperiode. Wat eventueel interessant is voor vervolgonderzoek is het bestuderen van invloeden van enkelbraces op de inversie ROM op basis van een langere tijdsperiode. Blijft de invloed op de inversie ROM na bijvoorbeeld een halfjaar evenveel als bij de eerste keer gebruik van een enkelbrace? En welk type brace heeft de meeste vermindering van invloed op het remmen van de inversie ROM na een jaar? Dit zijn interessante topics voor vervolg onderzoek omdat iemand met enkelklachten verwacht langere tijd gebruik te kunnen maken van een bepaalde enkelbrace tegen recidiverende enkeltraumata.

Verder heeft dit onderzoek zich gericht op de inversie beweging van de enkel. Daar is voor gekozen omdat van alle enkeltrauma's een inversietrauma het vaakst voorkomt. Echter gaat een inversietrauma vaak gepaard met plantairflexie (34). Het kan wetenswaardig zijn wat voor effect een enkelbrace heeft op de plantairflexie beweging van de enkel. Of welk type enkelbrace de meeste invloed heeft op de plantairflexie beweging van de enkel.

Conclusie

Na het vergelijken van de invloeden op de inversie ROM van alle geïnccludeerde enkelbraces zou het eerste instantie aannemelijk zijn dat een soft brace de beste invloed heeft op het remmen van de inversie ROM tijdens voetbalbewegingen. Maar tijdens de methodologische kwaliteitsbeoordeling is naar voren gekomen dat het onderzoek van Yaggie et al. (28) een betere methode heeft en hierdoor betere resultaten. Hierdoor kan niet geconcludeerd worden welk type enkelbrace daadwerkelijk de beste invloed heeft op het remmen van de inversie ROM van de enkel tijdens voetbalbewegingen. Er is verder onderzoek nodig met literatuur van betere methodologische kwaliteit om een conclusie te kunnen trekken.

Literatuur:

1. Junge A, Dvorak J. Soccer Injuries A Review on Incidence And Prevention. Sports Med. 2004;34(13):929-38.
2. Woods C, Hawkins R, Hulse M, Hodson A. The Football Association Medical Research Programme: an audit of injuries in professional football: an analysis of ankle sprains. British journal of sports medicine. 2003;37(3):233-8.
3. Fong DT, Hong Y, Chan LK, Yung PS, Chan KM. A systematic review on ankle injury and ankle sprain in sports. Sports Med. 2007;37(1):73-94.
4. Slade H. Treatment options for ankle ligament sprain. Emergency nurse : the journal of the RCN Accident and Emergency Nursing Association. 2012;19(9):19-22.
5. Nederlandse Huisartsen Genootschap. NHG-Standaard Enkelbandletsel (tweede herziening) 2012. Beschikbaar via: <https://www.nhg.org/standaarden/volledig/nhg-standaard-enkelbandletsel-tweede-herziening>. Geraadpleegd op: 20-3-2015
6. Gudibanda A, Wang Y. Effect of the ankle stabilizing orthosis on foot and ankle kinematics during cutting maneuvers. Research in sports medicine. 2005;13(2):111-26.
7. Neptune RR, Wright IC, Van Den Bogert AJ. Muscle coordination and function during cutting movements. Medicine & Science in Sports & Exercise. 1999;31(2):294-302.
8. VOETBAL.nl. Uitgelicht: Twee vrouwen het bos in! 2014. Beschikbaar via: <http://senioren.voetbal.nl/article/29550/uitgelicht-twee-vrouwen-het-bos>. Geraadpleegd op: 26-5-2015
9. Ivins D. Acute ankle sprain: an update. American family physician. 2006;74(10):1714-20.
10. Papadopoulos ES, Nicolopoulos C, Anderson EG, Curran M, Athanasopoulos S. The role of ankle bracing in injury prevention, athletic performance and neuromuscular control: a review of the literature. The Foot. 2005;15(1):1-6.
11. Burchnhornen. Orthopedische hulpmiddelen 2014 [8-5-2015]. Beschikbaar via: <http://www.buchnhornen.nl/diensten/orthopedische-instrumentmakerij/>. Geraadpleegd op: 8-5-2015
12. Surve I, Schwellnus MP, Noakes T, Lombard C. A fivefold reduction in the incidence of recurrent ankle sprains in soccer players using the Sport-Stirrup orthosis. The American journal of sports medicine. 1994;22(5):601-6.
13. Leanderson J, Bergqvist M, Rolf C, Westblad P, Wigelius-Roovers S, Wredmark T. Early influence of an ankle sprain on objective measures of ankle joint function. A prospective randomised study of ankle brace treatment. Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA. 1999;7(1):51-8.
14. Ashton-Miller JA, Ottaviani RA, Hutchinson C, Wojtyk EM. What best protects the inverted weightbearing ankle against further inversion? Evertor muscle strength compares favorably with shoe height, athletic tape, and three orthoses. The American journal of sports medicine. 1996;24(6):800-9.
15. Wang YT, Abi-Sarkis G. Effect of an ankle stabilizing orthosis on selected ankle kinematics during walking. Research in sports medicine. 2007;15(4):297-308.
16. Anderson DL, Sanderson DJ, Hennig EM. The role of external nonrigid ankle bracing in limiting ankle inversion. Clinical journal of sport medicine : official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine. 1995;5(1):18-24.
17. Kernozek T, Durall CJ, Friske A, Mussallem M. Ankle bracing, plantar-flexion angle, and ankle muscle latencies during inversion stress in healthy participants. Journal of athletic training. 2008;43(1):37-43.

18. Tohyama H, Yasuda K, Beynnon BD, Renstrom PA. Stabilizing effects of ankle bracing under a combination of inversion and axial compression loading. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy : official journal of the ESSKA*. 2006;14(4):373-8.
19. Ubell ML, Boylan JP, Ashton-Miller JA, Wojtys EM. The effect of ankle braces on the prevention of dynamic forced ankle inversion. *The American journal of sports medicine*. 2003;31(6):935-40.
20. Gross MT, Bradshaw MK, Ventry LC, Weller KH. Comparison of support provided by ankle taping and semirigid orthosis. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*. 1987;9(1):33-9.
21. Snijder CJ, Nordin M, Frankel VH. *Biomechanica van het spier-skeletstelsel. grondbelangen en toepassingen. Vierde, licht gewijzigde druk* ed. Maarssen: Elsevier gezondheidszorg; 1995.
22. Flanagan SP. *Biomechanics. A case-based approach*. Northridge: Jones & Bartlett learning; 2014.
23. Schunke M, Schulte E, Schumacher U, Voll M, Wesker K. *Beweeglijkheid van het onderste spronggewricht. Anatomische atlas Prometheus*. Tweede druk ed. Houten: Bohn Stafleu van loghum; 2010. p. 457.
24. Podotherapeutisch Centrum Rndom. Verzwikte enkel 2013 [06-03-2015]. Available from: <https://podotherapierndom.nl/aandoening/verzwikte-enkel/>.
25. Wouters E, van Zaalen Y, Bruijning J. *Praktijkgericht onderzoek in de (para)medische zorg*. 2e ed. Bussem: Uitgeverij Coutinho; 2015.
26. Forbes H, Thrussell S, Haycock N, Lohkamp M, White M. The effect of prophylactic ankle support during simulated soccer activity. *Journal of sport rehabilitation*. 2013;22(3):170-6.
27. Lee WC, Kobayashi T, Choy BT, Leung AK. Comparison of custom-moulded ankle orthosis with hinged joints and off-the-shelf ankle braces in preventing ankle sprain in lateral cutting movements. *Prosthetics and orthotics international*. 2012;36(2):190-5.
28. Yaggie JA, Kinzey SJ. A Comparative Analysis of Selected Ankle Orthoses During Functional Tasks. *Journal of sport rehabilitation*. 2001;10(3):174-83.
29. Simpson KJ, Cravens S, Higbie E, Theodorou C, DelRey P. A comparison of the Sport Stirrup, Malleoloc, and Swede-O ankle orthoses for the foot-ankle kinematics of a rapid lateral movement. *International journal of sports medicine*. 1999;20(6):396-402.
30. Zhang S, Wortley M, Chen Q, Freedman J. Efficacy of an ankle brace with a subtalar locking system in inversion control in dynamic movements. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*. 2009;39(12):875-83.
31. Decker MJ, Torry MR, Wyland DJ, Sterett WI, Richard Steadman J. Gender differences in lower extremity kinematics, kinetics and energy absorption during landing. *Clinical biomechanics*. 2003;18(7):662-9.
32. Xie D, Urabe Y, Ochiai J, Kobayashi E, Maeda N. Sidestep cutting maneuvers in female basketball players: stop phase poses greater risk for anterior cruciate ligament injury. *The Knee*. 2013;20(2):85-9.
33. Morio C, Lake MJ, Gueguen N, Rao G, Baly L. The influence of footwear on foot motion during walking and running. *Journal of biomechanics*. 2009;42(13):2081-8.
34. Gehring D, Wissler S, Mornieux G, Gollhofer A. How to sprain your ankle - a biomechanical case report of an inversion trauma. *Journal of biomechanics*. 2013;46(1):175-8.

Bijlage I

Data-extractie tabel

Onderzoek	Studie design	Beschrijving deelnemers: (gem. leeftijd, geslacht, gezondheid)	Interventie (type enkel brace)	Uitgevoerde voetbalbeweging	Meetomstandigheden	Type schoen gedragen tijdens meting	Uitkomstmaten	Resultaten van de enkelbraces op de inversie ROM in graden.	
Forbes et al. 2013 (26)	RCT	8 mannelijke voetballers Gemiddelde leeftijd 20,5jaar. Geen blessures tijdens en 6 maanden voor het onderzoek. Geen geschiedenis met enkeltrauma. Dorsaalflexie van het BSG van de deelnemers moest min. 20 graden zijn.	AirCast AirSport brace (semi-rigide) Zonder brace	45min: Soccer-Specific Aerobic Field Test (SAFT90): 20min shuttle run.	Goniometer	Indoor training schoenen	Inversie ROM van de enkel	Brace: 0 min: 10 15 min: 11 30 min: 12 45 min: 14,5 Zonder brace: 0 min: 24 15 min: 24,1 30 min: 24 14min: 25	Significantieniveau $\alpha \leq 0.05$ Significante vermindering van ROM bij de brace t.o.v. * zonder brace $p < 0.01$
Gudibanda et al. 2005 (6)	RCT	15 studenten (9 mannen 6 vrouwen). Gemiddelde leeftijd: 23,3jaar. Geen geschiedenis enkelklachten.	ASO soft enkel brace. Zonder brace.	Kapbewegingen: 1. Zijwaartse laterale kapbeweging met en zonder brace. 2. Voorwaartse laterale kapbeweging met brace en zonder brace.	Drukmeetplaat Dimensionaal Qualisis ProReflex motion capture system met 2 infraroodcamera's Reflecterende markers Metingen tijdens: Early stance (ES), mid stance (MS), late stance (LS).	Gemeten zonder schoeisel	Inversie hoek van de enkel	Zijwaartse kapbeweging met brace: ES: 26,51 MS: 9,22 LS: 16,59 Zonder brace: ES: 27,92 MS: 14,86 LS: 21,57 Voorwaartse kapbeweging met brace: ES: 15,92 MS: 10,74 LS: 18,33 Zonder brace: ES: 30,88 MS: 17,11 LS: 28,34*	Significantieniveau $\alpha < 0.05$ Significante vermindering van inversiehoek tijdens MS en LS van de ASO brace t.o.v. zonder brace bij de zijwaartse kap $p < 0.05$ Significante vermindering van inversiehoek van de ASO brace tijdens ES, MS en LS t.o.v. zonder brace bij de voorwaartse kap $p < 0.05$

Lee et al. 2012 (27)	RCT	Groep 1: 8 deelnemers: Gemiddelde leeftijd 32,3 jaar. Geschiedenis met enkelverzwikkingen in de laatste 18mnd (2 ^e graads). Groep 2: 11 deelnemers. 32,5jr. Geen geschiedenis enkelverzwikkingen in de afgelopen 5 jr. Recreative sporters. Beide groepen mannen. Geen andere lichamelijke problemen van de O.E.*	1. Op maat gemaakte brace (semi-rigide) 2. Aircast Sports-Stirrop. (semi-rigide) 3. Elastische anke sleeve met plastic support (semi-rigide) 4. Zonder brace.	Zijwaartse laterale kapbeweging zonder brace en de 3 braces.	Vicon 370 motion analyse systeem voor driedimensionaaldata. 6 infrarood camera's Reflecterende markers	Met test schoenen uit het laboratorium.	Inversiehoek tijdens IC* en maximale inversie hoek van het OSG*	Inversiehoek tijdens IC: Verzwikking groep: 1:15,0 2:17,0 3:16,7 4:18,9 Niet-verzwikking groep: 1. 13,8 2. 15,5 3. 15,7 4. 15,8 Maximale inversiehoek Verzwikking groep: 1. 32,5 2. 36,2 3. 37,8 4. 38,1 Niet-verzwikking: 1. 30,8 2. 36,0 3. 34,5 4. 36,4	Significantie $\alpha = 0.008$: Er was een significante vermindering van inversiehoek bij de op maat gemaakte brace bij IC tov zonder brace bij de groep verzwikking $p = 0.004$ en zonder $p = 0.006$. Significante vermindering van piekinversie t.o.v. de aircast en de a60 en zonder brace in beide groepen $p = 0.000$
Zhang et al. 2009 (30)	RCT	19 gezonde deelnemers zonder O.E.* blessures. Gemiddelde leeftijd 24.6jaar. 10 vrouwen 9 mannen.	1. Zonder brace 2. The Element (= semi-rigide). 3. Functionele enkel brace (semi-rigide). 4. ASO (soft brace)	Laterale kapbeweging.	Vicon 240Hz beweging analyse systeem. 7 camera's. Reflecterende markers	Testschoenen uit het laboratorium.	Maximale inversiehoek van de enkel	1. 26.7 2. 24.6 3. 23.7 4. 27.3	significantieniveau $\alpha < 0.008$ De Element brace en de Functional brace verminderde significant de inversie t.o.v. de ASO brace en zonder brace $p < 0.008$.

Yaggie et al. 2001 (28)	CT	30 actieve gezonde deelnemers, zonder geschiedenis enkeltrauma afgelopen 2 jr. Gemiddelde leeftijd 24.03 jaar.	1. Zonder brace 2. MC David ankle guard (semi-rigide) 3. lateral ankle stabilizer. (soft brace)	Shuttle run	ROM meting volgens American Academy of Orthopedic Surgeon Guidelines door een goniometrisch technicus.	Lage sportschoen	Inversie ROM van het OSG	1. 18.14 2. 11.53 3. 10.12	Significantie niveau $\alpha \leq 0.05$ Beide braces hadden een significante vermindering in remming van de inversie t.o.v. zonder brace. $P < 0.01$
Simpson et al. 1999 (29)	CT	19 mannen en vrouwen Gemiddelde leeftijd: 20.5 jaar Alle deelnemers chronische enkel instabiliteit.	1. Zonder brace 2. Op maat gemaakte brace: Malleoloc (semi-rigide) 3. Aircast sport stirrup (semi-rigide) 4. Swede-O (soft brace)	Zijwaarts kapbeweging.	4 infrarood cam's. Elite Motion Analyse System Reflecterende markers	Testschoenen uit het laboratorium	Maximale inversiehoek van het voet-enkel complex	1. 34 2. 40 3. 36 4. 34	Significantieniveau $\alpha < 0.05$ Significant verschil in toename van de inversie ROM van de op maat gemaakte brace ten opzichte van de semi-rigide brace en de soft brace ($p < 0.05$)

Afkortingen: * O.E. = onderste extremiteiten * IC = Initial contact * OSG = Onderste sprong gewricht * t.o.v. = ten opzichte van