

Literatuur review

Chronische enkelinstabiliteit; klinisch aantoonbaar?

Martine Verwoerd – Fysiotherapeute, Professional Master Orthopedische manuele therapie i.o.

SAMENVATTING

Inleiding: Elk jaar krijgen 600.000 mensen in Nederland te maken met een acuut trauma van de enkel.¹⁴ Chronische enkelinstabiliteit als gevolg van een acuut enkelletsel wordt beschreven in 10-60% van de gevallen.^{31,40} Het ontwikkelen van enkelinstabiliteit is zowel van mechanische- als functionele aard. Een onderzoeksprotocol om chronische enkelinstabiliteit aan te tonen is niet voorhanden.

Doel: Het doel van dit literatuur review is op zoek te gaan naar de best evidence fysiotherapeutische testen die chronische enkelinstabiliteit klinisch aantoonbaar kunnen maken.

Studie design: Literatuur review

Methode: Er werd gezocht in de databanken pubmed, cochrane en cinahl op relevante literatuur. De level of evidence werd bepaald volgens de Oxford Scale. De methodologische kwaliteit werd beoordeeld door middel van de Cosmin checklist, de STARD en de CBO scorelijst.

Resultaten: In totaal werden er 31 studies geïncludeerd en onderverdeeld in de categorieën mechanische- en functionele instabiliteit. Binnen deze categorieën werd een nadere indeling gemaakt. Mechanische instabiliteit: mobiliteit (6), syndesmose (3), laxiteit (3), impingement (2), zwelling (4) en stand. Functionele instabiliteit: performance testen (9). Per facet werden er meerdere testen omschreven. De validiteit en betrouwbaarheid van deze testen waren uiteenlopend.

Discussie/Conclusie: Het daadwerkelijk aantoonbaar maken van 'chronische enkelinstabiliteit' is niet mogelijk. Deze diagnose omvat verschillende facetten welke de klachten kunnen veroorzaken.

Deze facetten kunnen ingedeeld worden in de categorieën mechanisch en functioneel.

Op basis van deze literatuur review zouden de impingement test, mobiliteit onderzoek met behulp van de goniometer, de anterior drawer- en talar tilt test in combinatie met de performance test 'star excursion balance test' en/of de 'side hop' en 'figure-of-eight hop' uitgevoerd moeten worden om de belangrijkste facetten van chronische enkel instabiliteit klinisch vast te stellen.

Key words: *Chronic ankle instability, assessment, performance, functional-, mechanical instability.*

Inleiding

Elk jaar krijgen 600.000 mensen in Nederland te maken met een acuut trauma van de enkel. In ongeveer de helft van de gevallen ontstaat letsel tijdens sportbeoefening.¹⁴

Functionele instabiliteit als gevolg van een acuut enkelletsel wordt beschreven in 10 – 60% van de gevallen.^{31,40} Het gerapporteerde percentage personen met een recidief enkeldistorsie varieert sterk (3-34%). 5 tot 33% van de patiënten blijkt na een jaar nog last te hebben van pijnklachten.³⁵

Chronische enkelinstabiliteit (CEI) wordt gedefinieerd als meer dan één unilateraal enkelbandletsel in de voorgeschiedenis, klachten

van 'giving way', instabiliteit of verminderde functie.⁹

Er wordt in de literatuur een onderscheid gemaakt tussen mechanische en functionele enkel instabiliteit. Onder mechanische instabiliteit vallen pathologische laxiteit, verminderde artrokinematische functie en synoviale en degeneratieve veranderingen.

Functionele instabiliteit omvat vermindering in proprioceptie, neuromusculaire controle, posturale controle en krachtsafname.^{23,24}

Een fysiotherapeutisch onderzoeksprotocol voor CEI is niet voorhanden. Het doel van dit literatuur review is op zoek te gaan naar de best evidence fysiotherapeutische testen die CEI klinisch

Chronische enkelinstabiliteit; klinisch aantoonbaar?

aantoonbaar kunnen maken. Onderzoeksvraag:
Wat zijn de best evidence testen om chronische enkel instabiliteit klinisch aantoonbaar te maken?

Methode

Er werd gezocht in de databanken Pubmed, Cochrane en Cinahl naar relevante literatuur.

Met behulp van het PIO-model werden de artikelen geïnccludeerd. De verschillende kolommen werden verbonden met AND en binnen de kolommen werden de woorden verbonden met OR. De exclusiecriteria werden hieraan toegevoegd met NOT. De begrenzingsen werden in de databanken via de limits toegevoegd (tabel 1).

Patient	Intervention	Outcome	Exclusiecriteria	Limits
Ankle disorder (MESH) Ankle pain	Diagnosis Physical examination (MESH)	Joint instability (MESH) Chronic ankle instability	Ankle fracture Neurologic disorder	Engels, Nederlands Human
Chronic ankle disorder Chronic ankle pain	Clinical assessment tools Diagnostic test	Proprioception Range of motion, Articular	Therapy General surgery (MESH)	
Subtalar joint	Rotarod performance test (MESH)	Reliability, validity Ligaments	Acute trauma	
		Sensitivity/ specificity (MESH) observer variation (MESH) likelihood functions (MESH)		

Tabel 1: Zoekstrategie

Uit de eerste zoekactie kwamen 152 artikelen naar voren. De gevonden artikelen werden aan de hand van titel en abstract gescreend op relevantie. Hierin moest minimaal CEI, diagnostiek en psychometrische eigenschappen benoemd worden. Na deze screening bleven er 9 relevante full text artikelen over.

Vervolgens is er via pubmed clinical queries verder gezocht op de specifieke aspecten en testen van CEI. Dit leverde nog eens 22 artikelen op.

Deze artikelen werden onderverdeeld in de categorieën mechanische- en functionele instabiliteit. Binnen deze categorieën werd een nadere indeling gemaakt.

Mechanische instabiliteit: mobiliteit (6), syndesmose (3), laxiteit (3), impingement (2), zwelling (4) en stand.

Functionele instabiliteit: performance testen (9) Ondersteunende literatuur (4).

De gebruikte artikelen werden beoordeeld op methodologische kwaliteit en level of evidence. De level of evidence werd bepaald volgens de 'Oxford Centre for Evidence-Based Medicine'.³⁴ De diagnostische studies werden beoordeeld via de STARD score lijst.⁶ De studies die onderzoek deden naar de inter- en intrabetrouwbaarheid, meetfouten of criterium validiteit werden beoordeeld door middel van de Cosmin checklist.²⁹ De case control studies, die onderzoek deden naar de performance testen, werden beoordeeld met behulp van het 'patiënt controle onderzoek formulier' van het CBO. In tabel 2 wordt de geïnccludeerde literatuur en beoordelingen weergegeven.

Studie	Design	Populatie	Doel studie	Level of evidence	Methodologische kwaliteit
Functionele instabiliteit					
Performance testen					
Jay Hertel et al., 2006	Case control study	48 jong v volwassenen (22m, 26v) unilaterale CEI	Differentiërend vermogen van de SEBT* tussen patiënten mét en zonder CEI** en wel- en niet aangedane zijde.	4	PCO*** CBO 9/9
Erin Caffrey, 2009	Cross-sectional design; case control studie	30 personen unilaterale functionele enkel instabiliteit. 30 gezonde controle	Differentiërend vermogen van 4 single limb hopping testen tussen patiënten mét en zonder CEI.	4	PCO CBO 9/9
Scott Ross E., 2005	Case control studie	10 personen CEI, 10 controle groep	Verskil in stabilisatietijd bij de single-leg-jump-landing bij de CEI en controle groep. Betrouwbaarheid en de precisie van de time to stabilization meting.	4	PCO CBO 9/9
Buchanan S. Amanda, 2008	Case control studie	40 personen, 20 CEI, 20 gezond	Differentiërend vermogen van 2 hopping performance testen bij CEI en gezonde personen.	4	PCO CBO 9/9
Eecheute C., 2009	Cross-sectioneel onderzoek	29 CEI, 29 gezonde personen	Betrouwbaarheid en validiteit van een klinische evaluatie methode bij CEI patiënten.	2B	COSMIN Box B en C: 14/17 waarvan 3 n.v.t.
Eecheute C., 2008	Cross-sectioneel onderzoek	29 CEI, 29 gezonde personen	Betrouwbaarheid en validiteit van een klinische evaluatie methode bij CEI patiënten.	2B	COSMIN Box C en H: 14/17 waarvan 3 n.v.t.
Docherty L.Carrie, 2005	Case control studie	60 personen (17 m, 43 v). 42 CEI, 18 gezond.	Relatie aantonen tussen CEI en verschillende performance testen.	4	PCO CBO 9/9
Olmsted C Lauren, 2002	Case control studie	20 CEI, 20 gezonde personen	Differentiërend vermogen SEBT bij CEI en gezonde personen.	4	PCO CBO 9/9
Sekir U, 2008	Case control studie	24mannen met unilaterale enkelinstabiliteit	Betrouwbaarheid van verschillende test in een functionele testbatterij.	4	PCO CBO 9/9
Mechanische instabiliteit					
Mobiliteit testen					
Youdas JW et al., 1993	Case control study	38 voeten met orthopedische problemen.	Betrouwbaarheid goniometer in het meten van de ROM**** van de enkel dorsaal- en plantairflexie.	4	COSMIN Box B: 8/14 waarvan 3 n.v.t.
Elveru RA et al., 1998	Case control study	43 patiënten met neurologische orthopedische problematiek. 42 voeten werden onderzocht.	Betrouwbaarheid goniometer in het meten van de neutrale positie en PROM***** van de enkel.	4	COSMIN Box B: 11/14 waarvan 3 n.v.t.
Van Gheluwe et al., 2002	Case control study	30 a-symptomatische onderste extremiteiten	Betrouwbaarheid biomechanische meting van de onderste extremiteit.	4	COSMIN Box B: 11/14 waarvan 3 n.v.t.
Bennell et al., 1998	Case control study	13 gezonde personen	Betrouwbaarheid meting gewichtdragende dorsaalflexie lunge.	4	COSMIN Box B: 9/14 waarvan 3 n.v.t.
Jonson and Gross, 1997	Case control study	63 gezonde personen	Betrouwbaarheid beweeglijkheid meting aan de onderste extremiteit.	4	COSMIN Box B: 8/14 waarvan 3 n.v.t.
Menadue C et al., 2006	Case control study	30 personen (60 enkels)	Betrouwbaarheid gebruik goniometer in de dagelijkse praktijk.	4	COSMIN Box B en H: 13/16 waarvan 3 n.v.t.
Syndesmose testen					
Alonso Albert, 1998	Betrouwbaarheid onderzoek	53 personen na enkelletsel	Onderzoek naar de inter-beoordelaarsbetrouwbaarheid van vier testen voor syndesmose leasies.	3B	COSMIN Box B: 9/14 waarvan 3 n.v.t.
Beumer A. et al., 2003	Evaluatie studie	17 kadavers	Meting verplaatsing bij klinisch testen met ligamenten intact en weggesneden.	3B	
Beumer A. et al., 2002	Diagnostische studie	12 personen, 2 syndesmose letsel	Validiteit klinische syndesmose test. Gouden standaard: arthroscopie.	3B	STARD 11/22
Laxiteit testen					
Van Dijk CN et al., 1996	Diagnostische studie	160 personen na inversietrauma	Onderzoek naar de correlatie tussen artrografie, stress radiografie en ultrasonografie binnen 2 en 5 dagen na trauma.	2B	STARD 14/22
Gaebler C. et al., 1997	Diagnostische studie	112 atleten	Betrouwbaarheid van de radiografische Talar tilt test in vergelijking tot operatieve- en MRI bevindingen.	2B	STARD 11/22
Hertel J et al., 1999	Diagnostische studie	20 personen, 12 na inversietrauma, 8 gezond.	Onderzoek naar gebruik van lichamenlijk onderzoek en fluoroscopie bij enkelinstabiliteit.	2B	STARD 14/22
Impingement testen					
S. Molley et al, 2003	Diagnostische studie	73 patiënten (46m, 27v) chronische enkelpijn voor operatie	Validiteit impingementtest. Goudenstandaard: arthroscopie.	2B	STARD 14/22
Liu H Stephan, 1997	Diagnostische studie	22 patiënten chronische antero-laterale enkelpijn	Validiteit MRI en lichamenlijk onderzoek naar lateraal impingement. Gouden standaard: arthroscopie.	2B	STARD 16/22
Zwelling testen					
Rohner-spengler, Manuele et al., 2007	Single-session, repeated measures design, 3 raters.	30 personen (9v, 21m) met enkeloedeem	Betrouwbaarheid figure-of-eight-20 methode om enkeloedeem te meten.	3B	COSMIN Box B en C: 12/15 waarvan 3 n.v.t.
Mawdsley et al, 2000	Single-session, prospective, repeated-measures design.	15 personen (7m, 8v) met enkeloedeem	Betrouwbaarheid en validiteit van de figure-of-eight-methode om enkeloedeem te meten.	3B	COSMIN Box B en H: 10/16 waarvan 3 n.v.t.
Tatro-Adams D et al, 1995	Research studie	50 gezonde personen	Betrouwbaarheid figure-of-eight-methode om enkelomvang te meten.	3B	COSMIN Box B: 11/14 waarvan 3 n.v.t.
Petersen EJ et al, 1999	Single-group repeated measures with 2 raters	29 personen met enkelzwelling	Betrouwbaarheid water volumetry en figure-of-eight-methode bij meting enkelzwelling.	3B	COSMIN Box B en C: 12/15 waarvan 3 n.v.t.

* Star excursion balance test.**Chronische enkelinstabiliteit.
*** Patiënt controle onderzoek.****Range of Motion.
*****Passief Range of Motion. M: man. V: vrouw.

Tabel 2: Geïnccludeerde literatuur, level of evidence en methodologische kwaliteit

Chronische enkelinstabiliteit; klinisch aantoonbaar?

Resultaten

In de geselecteerde artikelen werden verschillende testen beschreven die de facetten van CEI inzichtelijk maken. Deze facetten werden onderverdeeld in mechanische- en functionele instabiliteit. Onder functionele instabiliteit vallen de performance testen. Mechanische instabiliteit omvat de testen naar mobiliteit, syndesmose, laxiteit, anterolateraal impingement, zwelling en standsdiagnostiek.

Functionele instabiliteit

Performance testen

Voor een adequate functionele stabiliteit is een goed functionerend evenwichtsvermogen of posturale controle noodzakelijk. Bij het handhaven van evenwicht tijdens een houding of beweging is een correct motorisch antwoord noodzakelijk. Dit vindt plaats door zowel reflex activiteiten als door feedforward-mechanismen en wordt aangepast door mechanosensorische, visuele en vestibulaire afferente informatie. Er zijn

aanwijzingen dat het sturen van mechanosensorische afferente informatie naar het centrale zenuwstelsel veranderd is na capsuloligamentaire beschadiging.¹⁰

Van Deun et al. concludeerde uit zijn studie dat tijdens de overgang van stand op twee benen naar één been er een significant verschil aanwezig was in latentietijd en volgorde van activering van spiergroepen bij patiënten met CEI en gezonde proefpersonen.¹²

Uit de systematische review van Keon et al. bleek dat de posturale controle van patiënten met CEI niet significant slechter was dan bij gezonde proefpersonen bij stand op één been.¹⁰

Meerdere studies toonden aan dat verschillende performance testen verschil kunnen aantonen tussen groepen mét en zonder CEI klachten en tussen de aangedane en niet-aangedane zijde.^{7,8,15,16,17,23,32,37,38}

In tabel 3 staan de resultaten per performance test beschreven.

Performance test	Resultaten
Star excursion balance test	Hertel et al., 2006 ²³ : Personen met CEI scoren significant slechter op de antero-mediale, mediale en postero-mediale richting wanneer gebalanceerd wordt op de aangedane zijde in vergelijking met de niet-aangedane zijde en de controle groep. Olmsted et al., 2002 ³² : Significante verschillen ($P < .05$) werden gevonden tussen de aangedane en niet-aangedane zijde bij de CEI groep en dezelfde zijde van de controle groep.
4 single-limb hopping testen: figure of eight hop, side hop, 6-meter cross-over hop, square hop	Caffrey et al., 2009 ⁸ : Alleen wanneer er gebruik werd gemaakt van het ervaren van instabiliteit als positief testresultaat kwamen er significante verschillen naar voren tussen de groep met en zonder functionele instabiliteit en de wel- en niet-aangedane zijde. De performance beperkingen in deze studie waren relatief klein.
Single leg jump landing stabilization	E.Scott et al., 2005 ³⁷ : De tijd om te stabiliseren was langer voor de groep met functionele enkelinstabiliteit dan voor de groep met stabiele enkels. De betrouwbaarheid en standaardfouten van de time-to-stabilization test zijn respectievelijk matig tot laag.
Hopping of hurdle test	Buchanan et al., 2008 ⁷ : Geen significant verschil tussen de functionele enkelinstabiliteit klachten en de controle groep ($P > .05$). Ook wanneer een positief gevoel van instabiliteit werd meegenomen als criterium voor een positieve test werd er geen significant verschil gevonden ($P = .41$)
Single limp hopping test	Buchanan et al., 2008 ⁷ : Geen verschil tussen de functionele enkel instabiliteit klachten en de controle groep ($P > .05$). Wanneer een positief gevoel van instabiliteit werd meegenomen als criterium voor een positieve test blijkt er verschil aanwezig tussen de groepen functionele enkelinstabiliteit met symptomen, zonder symptomen en de groep stabiele enkels ($P < .01$).
Multiple hop test	Eechaute et al., 2008 ¹⁵ : Patiënten met instabiele enkels hadden significant meer tijd nodig voor de test in vergelijking met gezonde personen ($P: 0.000$, hertest: $P: 0.002$) en met de niet-aangedane zijde ($P: 0.0047$, hertest: $P: 0.009$) Eechaute et al., 2009 ¹⁷ : Gezonde proefpersonen intra-ICC: 0.83, inter-ICC: 0.91, test-hertest: 0.64. Patiënten met CEI: Intra-ICC: 0.94, Inter-ICC: 0.94, test-hertest: 0.83. Het aantal balansverstoringen bij patiënten met CEI is significant hoger dan bij gezonde proefpersonen. Er is geen significant verschil gevonden tussen het aantal balans verstoringen wanneer er vergeleken wordt tussen de aangedane en niet aangedane zijde van patiënten ($P: 0.240$). Voor de hertest was het aantal verstoringen wel significant hoger bij de aangedane zijde.
Single hop for distance	Docherty et al., 2005 ¹⁵ : Geen relatie gevonden tussen de functionele instabiliteit en de single hop for distance ($r: -.008$)
Up-down hop	Docherty et al., 2005 ¹⁵ : Geen relatie gevonden tussen de functionele instabiliteit en de up-down hop ($r: .245$)
Side hop	Docherty et al., 2005 ¹⁵ : Er is een significante relatie gevonden tussen functionele enkelinstabiliteit en de side-hop ($R: .35$, $P < 0.01$)
Figure of eight hop	Docherty et al., 2005 ¹⁵ : Er is een significante relatie gevonden tussen functionele enkelinstabiliteit en de Figure of eight hop ($R: .31$, $P < 0.02$)

Chronische enkelinstabiliteit; klinisch aantoonbaar?

Testbatterij: single leg hopping course, single legged en triple-legged en triple-legged hop for distance en zes en cross-zes meter hop for time	Sekir et al., 2008³⁸ : De testbatterij blijkt een betrouwbaar middel te zijn om atleten met functionele enkelinstabiliteit te onderzoeken. Test-retest betrouwbaarheid ICC 0.94- 0.98
--	--

Tabel 3: Resultaten literatuur performance testen

Mechanische instabiliteit

Mobiliteit testen

Bij het ruptureren van het ligamentum talofibulare anterius kan de positie van het os talus onder het tibia-fibulacomplex verstoord raken. Door de asymmetrische spanning tussen de voorste en de achterste collaterale ligamenten, zal, in een onbelaste situatie, het os talus naar voren transleren en zal, in belaste situatie, het tibia-fibulacomplex naar achter worden getransleerd. Dit wordt een desaxatie genoemd en zal een verstoring van het artrokinematisch bewegen tot gevolg hebben. Uiteindelijk kan dit leiden tot een afname van de dorsaalflexie en een harder

eindgevoel bij passief testen van het bovenste spronggewricht.¹⁰ Hadzic e.a. vond een relatie tussen instabiliteit en een afgenomen beweeglijkheid van de dorsaalflexie (oddsratio 0,63, 95%-BI 0,41-0,97). Dit wordt een significante risicofactor voor het oplopen van een enkelinversietrauma genoemd.²¹ Verschillende studies zijn gedaan om de inter- en intra-beoordelaarsbetrouwbaarheid van de goniometer en de inclinometer te onderzoeken.^{2,18,20,25,28,41} In tabel 4 zijn de uitkomsten van de verschillende studies uiteengezet.

Test		Betrouwbaarheid ICC (95% CI)	
		Intra-beoordelaarsbetrouwbaarheid	Inter-beoordelaarsbetrouwbaarheid
Goniometer Youdas et al., 1993 ⁴¹	AROM	Dorsaal flexie .89 Plantair flexie .91	Dorsaal flexie .28 Plantair flexie .25
Goniometer Elveru et al., 1988 ¹⁸	PROM	Subtalair inversie .62 Subtalair eversie .59 Plantair flexie .86 Dorsaal flexie .90	Subtalair inversie .25 Subtalair eversie .15 Plantair flexie .72 Dorsaal flexie .50
Inclinometer Gheluwe et al., 2002 ²⁰	PROM	Pronatie .89-.97 Supinatie .90-.95 Dorsaal flexie .86-.97 "first ray" plantair flexie .72-.97 "first ray" dorsaal flexie .90-98	Pronatie .46- .49 Supinatie .28 - .40 Dorsaal flexie .26 - .31 "first ray" plantair flexie .21 - .91 "first ray" dorsaal flexie .14 - .16
Weight-bearing lunge meting of enkel dorsaalflexie Bennell et al., 1998 ²	Inclinometer	.98- (.93, .99)	.97 (.90, .99)
Goniometer Jonson and Gross, 1997 ²⁵	PROM	.74	.65
Goniometer Menadue et al., 2006 ²⁸	AROM	Tussen sessies Zittend Inversie: 0.62 -0.80 (0.43 – 0.88) Eversie: 0.42 – 0.44 (0.18 – 0.77) Liggend Inversie: 0.53 – 0.76 (0.32 – 0.85) Eversie: 0.54 – 0.60 (0.34 – 0.75) In een sessie Zittend Inversie: 0.91-0.96 (0.86-0.97) Eversie: 0.82-0.93 (0.75 – 0.96) Liggend Inversie: 0.94 Eversie: 0.83-0.88	In één sessie Zittend Inversie: 0.73 (0.61 – 0.82) Eversie: 0.62 (0.49-0.74) Liggend Inversie: 0.54 (0.33 – 0.70) Eversie: 0.41 (0.25-0.56) Validiteit Vergelijking gouden standaard 'Fastrak meting': Zittende positie: R 0.52 tot 0.58 Liggend: R 0.36 tot 0.48 in lig.

Tabel 4: Resultaten literatuur mobiliteit testen

Chronische enkelinstabiliteit; klinisch aantoonbaar?

Syndesmose testen

Een syndesmose ruptuur ten gevolge van een inversietrauma komt maar bij 1 tot 5% van de gevallen voor. Het vaststellen en behandelen van tibio-fibulaire diastase (uiteenwijken) zijn bij een syndesmose ruptuur van belang om een goede congruentie van het bovenste spronggewricht te waarborgen. Echter, ten gevolge van een inversietrauma wordt geen tibio-fibulaire diastase gezien, dit omdat alleen het anteriore tibio-fibulaire ligament aangedaan kan zijn.⁹

Bij patiënten die langdurige pijnklachten houden na een inversietrauma en CEI problemen ervaren, moet syndesmoseletsel in gedachten gehouden worden.^{3,4} De beschreven klinische test zijn provocatieve testen op pijn en hebben als doel een vergrote mobiliteit te detecteren. In tabel 5 staan de testen en de resultaten weergegeven uit de onderzoeken om syndesmoseletsel aan te tonen dan wel uit te sluiten.

Test	Resultaten
Cotton test	Beumer et al., 2003⁴: Bij verwijderen van alle drie de ligamenten is er een significante anterieure verplaatsing waar te nemen. Niet aannemelijk dat bij syndesmoseletsel een verplaatsing in de klinische praktijk waarneembaar is. Beumer et al., 2002³: Relatie tussen artroscopie en de test P = 0.04.
External Rotation test (ER-test)	Beumer et al., 2003⁴: Bij verwijderen van alle drie de ligamenten is er een significante anterieure verplaatsing waar te nemen. Niet aannemelijk dat bij syndesmose letsel een verplaatsing in de klinische praktijk waarneembaar is. Beumer et al., 2002³: Relatie tussen artroscopie en de test P = 0.03. Alonso et al., 1998¹: Inter-beoordelaars betrouwbaarheid K: 0.75 / lage correlatie tussen de palpatie-, dorsi-flexion- en squeeze test.
Squeeze test	Beumer et al., 2003⁴: Bij verwijderen van alle drie de ligamenten is er een significante anterieure verplaatsing waar te nemen. Niet aannemelijk dat bij syndesmoseletsel een verplaatsing in de klinische praktijk waarneembaar is. Beumer et al., 2002³: Relatie tussen artroscopie en de test P = 0.02. Alonso et al., 1998¹: Inter-beoordelaars betrouwbaarheid K: 0.50/ lage correlatie tussen de palpatie-, dorsi-flexion- en ER-test.
Fibular translation test	Beumer et al., 2003⁴: Bij verwijderen van alle drie de ligamenten is er een significante anterieure verplaatsing waar te nemen. Niet aannemelijk dat bij syndesmoseletsel een verplaatsing in de klinische praktijk waarneembaar is. Beumer et al., 2002³: Relatie tussen artroscopie en de test P = 0.03
Syndesmose ligament palpation	Alonso et al., 1998¹: Inter-beoordelaars betrouwbaarheid K: 0.36/ lage correlatie tussen de ER-, dorsi-flexion- en squeeze test.
Dorsi-flexion compression test	Alonso et al., 1998¹: Inter-beoordelaars betrouwbaarheid K: 0.36/ lage correlatie tussen de palpatie-, ER- en squeeze test.
Verminderde dorsaal-flexie	Beumer et al., 2002³: Relatie tussen artroscopie en de test P = 0.01.

Tabel 5: Resultaten literatuur syndesmose testen

Laxiteit onderzoek

Hypermobiliteit na enkelletsel werd statistisch significant aangetoond; er werd een vergrote interne rotatie en anterieure translatie gevonden van de talus bij patiënten met een ruptuur van het ligamentum talofibulare anterius in vergelijking met intacte contralaterale controle enkels. In de CBO richtlijn wordt beschreven dat men een significante verplaatsing naar ventraal (13,4 +/- 1.9mm tov 11.8 +/- .85mm) en een grotere inversie rotatie vond (34,5 gr +/- 2.9 gr, tov 32,3 +/- 1.8gr) in de enkels in de groep met CEI ten opzichte van patiënten zonder CEI.⁹ Tevens werd er door Brown et al. (2009) een significant grote variabiliteit gemeten van enkelbewegingen in het frontale vlak en van de antero-posteriore grondreactiekracht tijdens het uitvoeren van een

blokkeersprong.¹⁰

Op basis van bovengenoemde bevindingen kan aangenomen worden dat er sprake is van een toename van de moeilijkheid stabiliteit te vinden bij een verhoogde laxiteit van de ligamenten bij enkelbelasting.

Met behulp van de anterior drawer test, waarbij de voet ten opzichte van het onderbeen circa 1 cm of meer naar ventraal moet bewegen om positief te zijn, kan er een oordeel gegeven worden over het wel of niet aanwezig zijn van een bandruptuur; pathologische laxiteit.

In de acute fase is deze test niet betrouwbaar en valide gebleken. Deze test, op een later tijdstip uitgevoerd, geeft betere resultaten.¹³ In tabel 6 staan de resultaten van de studies weergegeven.

Chronische enkelinstabiliteit; klinisch aantoonbaar?

Onderzoek	Test	Referentie standaard	Sensitiviteit (95% CI)	Specificiteit (95% CI)	+ LR (95% CI)	- LR (95% CI)
Dijk et al., 1996 ¹³	Anterior drawer, palpatie pijn hematoom	Chirurgische observatie	< 48 uur na trauma .71 5 dagen na trauma .96	< 48 uur na trauma .33 5 dagen na trauma .84	< 48 uur na trauma 1.06 5 dagen na trauma 6.0	< 48 uur na trauma .88 5 dagen na trauma .05
Gaebler et al., 1997 ¹⁹	Talar tilt	MRI en chirurgische observatie	Niet onderzocht. Talar tilt > 15 graden indentificeert altijd een complete ruptuur van het anteriore tibiale en calcaneofibulaire ligament.			
Hertel et al., 1999 ²²	Anterior drawer	Stress fluoroscopy	78% van de positieve testen hadden ook een positieve Talar tilt bij de fluoroscopy			
Hertel et al., 1999 ²²	Talar tilt	Stress fluoroscopy	67% van de positieve testen hadden ook een positieve Talar tilt bij de fluoroscopy			
Hertel et al., 1999 ²²	Medial subtalar glide	Stress fluoroscopy	78% van de positieve testen hadden ook een positieve Talar tilt bij de fluoroscopy			

Tabel 6: Resultaten literatuur laxiteit onderzoek

Onderzoek naar anterolateraal enkelimpingement

Mensen met CEI klachten beschrijven hun klacht vaak als pijn en een gevoel van instabiliteit. Wanneer er antero-lateraal op het talo-crutale gewricht pijn aan wordt gegeven, een verminderde dorsaalflexie aanwezig is en er geen sprake is van ligamentaire (mechanische) instabiliteit; dan kan er functionele instabiliteit aanwezig zijn veroorzaakt door zacht weefsel impingement. Omdat bij aanwezigheid hiervan fysiotherapeutische interventie niet zal leiden tot het verbeteren van de functionele stabiliteit, zal het klinisch onderzoek zich zodoende ook op impingement moeten richten.

De beschreven impingementtest is een

provocatieve test die een poging doet hypertrofisch synoviaal weefsel tussen de tibia en talus in te klemmen.

Molley et al (2001) concludeert uit zijn studie dat een positief impingementteken betrouwbaar is om verder artroscopisch onderzoek uit te voeren. Echter de test sluit niet andere bestaande pathologieën in de enkel uit.³⁰

Liu et al. verrichtte in 1997 ook onderzoek naar de diagnose van anterolateraal enkelimpingement. Hij ging meer uit van een combinatie van anamnestiche gegevens en verschillend lichamelijk onderzoek. In dit onderzoek komt een hoge sensitiviteit naar voren, een lagere specificiteit.²⁶

In tabel 7 staan de resultaten van de studies weergegeven.

Onderzoek	Test/positief	Populatie	Gouden standaard	Sensitiviteit	Specificiteit	+ LR	- LR
Molloy et al, 2003 ³⁰	Positief wanneer er toename van pijnprovocatie aanwezig is bij dorsaalflexie, meer dan bij plantairflexie	73 patiënten met enkelpijn	Artroscopie	.95	.88	7.91	0.06
Liu et al, 1997 ²⁶	Positief wanneer 5 of meer bevindingen positief zijn: 1. Antero-lateraal enkel pijn 2. Antero-lateraal enkel zwelling 3. Pijn bij maximale dorsaalflexie en eversie 4. Pijn bij eenbenige squat 5. Pijn met activiteiten 6. Enkelinstabiliteit	22 patiënten met enkelpijn	Artroscopie	.94	.75	3.76	0.08

Tabel 7: Resultaten literatuur impingement testen

Chronische enkelinstabiliteit; klinisch aantoonbaar?

Zwelling

Zwelling is een veel voorkomend symptoom bij mensen met CEI.

De figure-of-eight-methode is oorspronkelijk beschreven door Esterson in 1979; hierbij wordt een meetlint via vaststaande referentiepunten om de enkel gelegd.

Op basis van de resultaten van verschillende onderzoeken (zie tabel 8) kan geconcludeerd worden dat de figure-of-eight-methode een betrouwbare en valide methode is om de mate van zwelling aan te tonen. Tevens is deze methode het meest tijd-efficiënt en kosten-effectief.^{27,33,36,39}

Onderzoek	Figure-of-eight method	Populatie	Intra-betrouwbaarheid	Inter-betrouwbaarheid
Tatro-Adams et al, 1995 ³⁹		50 gezonde personen	.99	.99
Petersen et al, 1999 ³³		29 personen met enkel zwelling	.98	.98
Mawdsley et al, 2000 ²⁷		15 gezonde personen	.99	Niet onderzocht
Rohner- Spengler et al. 2007 ³⁶		30 personen met enkeloedeem	> .99	> .99 De Pearson Product Moment Correlation Coefficients tussen de figure-of-eight meting en de eerste 'volumetric meting': 1e figure-of-eight methode: 0.89. 2e: 0.88 3e: 0.90

Tabel 8: Resultaten klinisch onderzoek naar zwelling

Standdiagnostiek

In het algemeen wordt er van uit gegaan dat personen met een holvoet een verhoogd risico hebben voor het krijgen van een acuut enkeltrauma. Echter, dit is niet te concluderen uit de literatuur. Er is onvoldoende bewijs om een overtuigende relatie te leggen tussen de bouw van de voet en instabiliteitklachten.

Uit onderzoek blijkt tevens dat er maar een zwakke correlatie bestaat tussen statische en dynamische bevindingen.¹⁰

Discussie

Het doel van dit literatuur review was op zoek te gaan naar de best evidence testen om CEI klinisch aantoonbaar te maken. Veel literatuur is geschreven over dit onderwerp en de factoren die invloed hebben op het ontwikkelen van CEI zijn veelvuldig onderzocht. Over een aantal factoren en de mate van invloed zijn de wetenschappers het niet altijd eens. De vraag is daarom of deze facetten wel onderzocht moeten worden binnen de fysiotherapeutische praktijk, daar deze factoren niet direct invloed zouden kunnen hebben op de therapie.

Best evidence testen

Functionele instabiliteit

Performance testen

Omdat uit verschillende onderzoeken blijkt dat de

posturale controle een belangrijke factor is bij patiënten met CEI¹⁰, moet dit tijdens het fysiotherapeutisch onderzoek in kaart gebracht worden. Deze posturale controle zal gemeten moeten worden tijdens beweging, daar de posturale controle staand op één been niet verschillend is tussen de groepen mét en zonder CEI.¹⁰

De star excursion balance test blijkt uit twee goed beoordeelde case control studies een betrouwbaar meetinstrument om functionele enkelinstabiliteit in kaart te brengen. Hierbij worden significante verschillen gevonden tussen de groep met- en zonder CEI en tussen de wel- en niet aangedane zijde.^{23,32}

Over de verschillende hop-testen is de mening van de onderzoekers verschillend. De figure-of-eight-hop en side-hop komen hierin het beste naar voren.^{8,15,16,17} Wanneer het gevoel van instabiliteit meegenomen wordt in het wel of niet positief zijn van de hop-tests, neemt de betrouwbaarheid toe. Echter, het doel van een performance test is het objectiveren van een functionele stabiliteitbeperking. Het ervaren van instabiliteit gevoel, wat een subjectieve beoordeling is, zou zodoende niet meegenomen moeten worden in deze tests.

Eechaute was de enige die onderzoek deed naar zijn hop-test^{16,17}. De onderzoeksresultaten zijn zeer positief. Echter deze test is gemodificeerd door Eechaute en onderzocht door dezelfde persoon,

Chronische enkelinstabiliteit; klinisch aantoonbaar?

wat eventueel invloed kan hebben op de onderzoeksresultaten. Onafhankelijk onderzoek zou verder uitgevoerd moeten worden om een meer betrouwbare conclusie te kunnen geven over deze test.

Hubbard ziet in zijn beschrijvende studie dat er een significante correlatie aanwezig is tussen verschillende performance testen.²⁴ Zodoende is het misschien niet noodzakelijk alle elementen van balans te testen in het klinisch onderzoek.

Mechanische instabiliteit

Mobiliteit testen

Uit de verschillende, methodologisch goed uitgevoerde, studies naar metingen van mobiliteit van de enkel met behulp van de goniometer, komen consequent hoge waarden voor de intra- en een lage inter-beoordelaarsbetrouwbaarheid naar voren.^{18,25,28,41}

De inclinometer als meetinstrument voor de mobiliteit is maar door één onderzoeker onderzocht.²⁰ De waarden zijn vergelijkbaar met de metingen met de goniometer. Verder onderzoek naar de betrouwbaarheid en validiteit van de inclinometer zou gedaan moeten worden om een meer onderbouwde vergelijking te kunnen maken tussen deze verschillende meetinstrumenten.

De relatie tussen een verminderde enkelmobiliteit richting de dorsaal-flexie is een aangetoond risicofactor van enkelinstabiliteit.¹⁰ Het testen hiervan, ook al is de inter-beoordelaarsbetrouwbaarheid laag, moet hoe dan ook meegenomen worden in het klinisch evalueren van patiënten met CEI. Binnen de praktijk zal voornamelijk door één onderzoeker gemeten worden, zodoende zal de lage inter-beoordelaarsbetrouwbaarheid geen directe negatieve invloed hebben op de betrouwbaarheid van deze meting.

Syndesmose testen

Na een inversietrauma en bij CEI zal van de syndesmose alleen het anterieure tibio-fibulaire ligament aangedaan zijn. Een ruptuur van alleen dit ligament zal niet leiden tot het uiteenwijken van de tibia en fibula.⁹ Wanneer dit niet het geval is, zal de therapie ook niet veranderen. Het aantonen van een ruptuur van het anterieure tibio-fibulaire ligament zou alleen een verklaring kunnen geven voor een vertraagd herstel of het aanhouden van klachten.⁹

Uit de verschillende studies naar de klinische testen blijkt dat de betrouwbaarheid en de correlatie tussen de verschillende testen laag is.^{1,3,4} Op basis van deze studies kan geconcludeerd worden dat het klinisch kunnen aantonen van syndesmoseletsel niet aannemelijk

is.

Het klinisch niet aannemelijk zijn van de diagnosestelling en het feit dat syndesmoseletsel op basis van enkelinversie traumata geen invloed heeft op de keuze van therapie, heeft dit onderzoek geen meerwaarde bij de klinische evaluatie van een patiënt met CEI.

Laxiteit testen

Uit de literatuur blijkt dat een toegenomen laxiteit in het subtalare en talo-crutale gewricht invloed heeft op de moeilijkheid van het stabiliseren van het enkelgewricht. Echter, een toegenomen laxiteit klinisch aantoonbaar maken, lijkt maar zeer beperkt mogelijk.^{13,19,22}

Studies hiernaar binnen de patiënten categorie CEI zijn bij de auteur niet bekend. Het is aan te bevelen verder onderzoek te doen naar de inter- en intrabeoordelaarsbetrouwbaarheid van de Talar tilt- en anterior drawer test bij patiënten met CEI. Om de validiteit van deze testen uitgevoerd in de fysiotherapeutische praktijk te onderzoeken, zouden de testen vergeleken moeten worden met chirurgische bevindingen.

Omdat een toegenomen laxiteit een belangrijke factor is bij patiënten met CEI, is het zinvol deze tests uit te voeren bij de evaluatie van deze patiënten. Echter, om een waarde toe te kennen aan deze tests moet nog verder wetenschappelijk onderzoek uitgevoerd worden.

Impingement testen

Omdat de aanwezigheid van een zacht weefsel impingement ook functionele instabiliteit klachten kan geven en therapie alleen op dit laatste gericht, onvoldoende effect zal hebben, zal het aantonen of uitsluiten van impingement meegenomen moeten worden in het onderzoek van patiënten met CEI klachten.

De uitgevoerde studies naar de impingement testen laten goede resultaten zien.^{26,30} De beschreven test in combinatie met de anamnestiche gegevens zal leiden tot een voldoende sensitief oordeel.

Zwelling meting

De meting van zwelling in de enkel door middel van de figure-of-eight-methode scoort op de inter- en intra-betrouwbaarheid hoog. Op basis van deze studies kan gezegd worden dat deze voldoende betrouwbaar is om in de praktijk te gebruiken.^{27,33,36,39}

Echter, is er bij de auteur geen literatuur bekend die de relatie aangeeft tussen zwelling in de enkel en CEI. En is het dus de vraag of deze test, weliswaar betrouwbaar uitvoerbaar, wel een toegevoegde waarde heeft in de klinische evaluatie van een patiënt met CEI.

Chronische enkelinstabiliteit; klinisch aantoonbaar?

Standdiagnostiek

Door de zwakke correlatie tussen de statische en dynamische bevindingen betekent dit dat elke statische afwijking ook dynamisch geanalyseerd moeten worden.¹⁰ Dit is in de fysiotherapeutische praktijk onmogelijk en hiervoor zal doorverwezen moeten worden naar podoloog.

Zodoende zal dit klinisch onderzoek binnen de fysiotherapie praktijk niet uitgevoerd worden bij patiënten met CEI klachten.

Zoekstrategie/methode

De literatuur die nodig was voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag omvat een groot aantal deelgebieden. Hierdoor was het niet mogelijk alle literatuur via één zoekactie te vinden.

Uit de eerste zoekactie kwamen er voornamelijk artikelen naar voren met zinvolle achtergrond informatie.

Daar vanuit is verder gezocht in gerelateerde artikelen en via clinical queries in pubmed naar de specifieke deelgebieden. De gebruikte artikelen om de best evidence testen te bepalen komen dan ook voornamelijk uit deze zoekacties.

Een beperking van deze studie is dat de methodologische kwaliteit en de level of evidence bepaald is door één auteur. Om over deze kwaliteit een meer betrouwbare uitspraak te doen is het zinvol dit met meer dan één auteur uit te voeren.

Externe validiteit en Toepasbaarheid

De patiëntencategorieën in de meeste geïnccludeerde studies correleren met de patiënten die gezien worden in de dagelijkse praktijk van de fysiotherapeut. De gevonden waarden kunnen zodoende doorgetrokken worden naar de praktijk.

De te gebruiken testen bij patiënten met CEI zijn door fysiotherapeuten in de dagelijkse praktijk goed uitvoerbaar. De uitvoering en interpretatie van de testen verdient wel aandacht, daar de inter- en intrabeoordelaarsbetrouwbaarheid hierdoor waarschijnlijk toe zal nemen.

Aanbeveling

Meer onderzoek zou uitgevoerd moeten worden naar de relatie tussen verschillende risicofactoren en het aanhouden van instabiliteit klachten van de enkel. Hierdoor zal het beter mogelijk zijn een keuze te maken welke testen gebruikt moeten worden om CEI in kaart te brengen.

Daarnaast is het zinvol om de klinische test op grotere patiënten populaties uit te voeren. Tevens dient het aan te bevelen uitgebreid validiteit onderzoek uit te voeren naar de laxiteitstesten van de enkel.

Conclusie

Het daadwerkelijk aantoonbaar maken van 'chronische enkelinstabiliteit' is niet mogelijk. Deze diagnose omvat verschillende facetten welke de klachten kunnen veroorzaken.

Deze facetten kunnen ingedeeld worden in de categorieën mechanisch en functioneel. Een mechanisch instabiel gewricht hoeft geen functionele instabiliteit te vertonen. En iemand met functionele instabiliteit, hoeft mechanisch niet instabiel te zijn.

Op basis van deze literatuur review zouden de impingement test, mobiliteit onderzoek met behulp van de goniometer, de anterior drawer- en talar tilt test in combinatie met de performance test 'star excursion balance test' en/of de 'side hop' en 'figure-of-eight hop' uitgevoerd moeten worden om de belangrijkste facetten van chronische enkel instabiliteit klinisch vast te stellen.

Literatuur

1. Alonso Albert, Lynette Khoury, Adams Roger. **Clinical tests for ankle syndesmosis injury: reliability and prediction of return to function.** Journal of Orthopaedic & sports physical therapy; 1998, vol 27;4;april.
2. Bennell KL, Ralbot RC, Wajswelner H, Techovanich w, Kelly DH, Hall AJ. **Intra-rater and inter-rater reliability of a weight-bearing lunge measure of ankle dorsiflexion.** Aust J Physiother. 1998;44:175-180.
3. Beumer A, Swierstra BA, Mulder PGH. **Clinical Diagnosis of Syndesmotic Ankle Instability; Evaluation of stress tests behind the curtains.** Acta Orthop Scan. 2002; 73 (6): 667-9.
4. Beumer A, van Hemert WLW, Swierstra BA, Jasper LE, Belkoff SM. **A biomechanical evaluation of the tibiofibular and tibiotalar ligaments of the ankle.** Foot Ankle int. 2003B; 24 (5): 426-9.
5. Bonnel F, E. Toullec, C. Mabit, Y Tourné et la Sofcot. **Chronic ankle instability: Biomechanics and pathomechanics of ligaments injury and associated lesions.** Orthopaedics & Traumatology: Surgery & research 2010;96, 424-432.
6. Bossuyt M. Patrick, Reitsma B. Johannes, Bruns E. David, Gatsonis A. Constantine, Glasziou P. Paul, Irwig M. Les, Moher David, Rennie Drummond, Vet Henrica C.W. De, Lijmer G. Jeroen. **The STARD Statement for Reporting Studies of Diagnostic Accuracy: Explanation and Eleboration.** Ann Inern Med

Chronische enkelinstabiliteit; klinisch aantoonbaar?

- Januari 7, 2003 138: W1-W12.
7. Buchanan Amanda s, Carrie L. Docherty, John Schrader. **Functional performance testing in participants with functional ankle instability and in a healthy control group.** Journal of Athletic Training. 2008;43(4):342-346.
 8. Caffrey Erin, L.Docherty Carrie, Schrader John, Klossner Joanne. **The ability of 4 single-limb Hopping tests to detect functional performance deficits in individuals with functional ankle instability.** Journal of Orthopaedic & SportPhysical Therapy, volume 39, 11, november 2009.
 9. CBO richtlijn. **Consensus diagnostiek en behandeling van het acute enkelletsel.** Februari 1999.
 10. Cingel R van, W. Hullegie, E. Witvrouw. **Musculoskeletale aandoeningen in de sport. De enkel.** Elsevier gezondheidszorg, Amsterdam. 2010.
 11. Cleland Joshua. Orthopaedic **Clinical Examination: An evidence-based approach for physical therapists.** Saunders Elsevier. 2007.
 12. Deun S van, Staes F, Stappaerts K, et al. **Relationship of chronic ankle instability to muscle activation patterns during the transition from a double-leg to single-leg stance.** Am J Sport Med. 2007;35:274-81.
 13. Dijk CN van, Mol BW, Lim LS, Marti RK, Bossuyt PM. **Diagnosis of a ligament rupture of the ankle joint. Physical examination, arthrography, stress radiography and sonography compared in 160 patient after inversion trauma.** Acta Orthop Scand. 1996; 67:566-570.
 14. **Dijk CN van. On diagnostic strategies in patients with severe ankle sprain. Thesis. Amsterdam, 1994.**
 15. Docherty L Carrie, Brent L. Arnold, Bruce M. Gansneder, Shephard Hurwitz, Joseph Gieck, **Functional performance deficits in volunteers with functional ankle instability.** Journal of Athletic Trainin 2005; 40 (1): 30-34.
 16. Eechaute C, Vaes P, Duquet W. **Functional performance deficits in patients with CAI: validity of the multiple hop test.** Clin J Sport Med. 2008 Mar;18(2):124-9.
 17. Eechaute C, Vaes P, Duquet W. **The dynamic postural control is impaired in patients with chronic ankle instability: reliability and validity of the multiple hop test.** Clin J sport med. 2009 Mar; 19(2):107-14.
 18. Elveru RA, Rothstein JM, Lamb RL. **Goniometric reliability in a clinical setting.** Phys Ther. 1998; 68:672-667.
 19. Gaebler C, Kulka C, Breitenseher MJ, et al. **Diagnosis of lateral ankle ligament injuries. Comparison between talar tilt, MRI and operative findings in 112 athletes.** Acta Orthop Scand. 1997; 63:286-290.
 20. Gheluwe B van, Kirby KA, Roosen P, Phillips R. **Reliability and accuracy of biomechanical measurement of the lower extremities.** J Am Podiatr Med Assoc. 2002; 92:317-326.
 21. Hadzic V, Sattler T, Topole E, et al. **Risk factors for ankle sprain in volleyball players: A preliminary analysis.** Isokin exerc Sci. 2009;17:155-60.
 22. Hertel J, Denegar CR, Monroe MM, Stokes WL. **Talocrural and subtalar joint instability after lateral ankle sprain.** Med Sci Sports Exerc. 1999;13:1501-1508.
 23. Hertel Jay, Rebecca A.Braham, Shere A. Hale, Lauren c. Olmsted-Kramer. **Simplifying the star excursion balance test: Analyses of subjects with and without chronic ankle instability.** Journal of Orthopaedic & Sport Physical therapy. 2006; 36:131-137.
 24. Hubbard Tricia J., Lauren C. Kramer, Craig R, Denear, Jay Hertel. **Correlations among multiple measures of functional and mechanical instability in subjects with chronic ankle instability.** Journal of athletic training. 2007;42(3):361-366.
 25. Jonson SR, Gross MT. **Intraexaminer reliability, interexaminer reliability, and mean values for nine lower extremity skeletal measures in healthy naval shipmen.** J Orthop Sports Phys Ther. 1997;25:253-263.
 26. Liu H. Stephan, Nuccion L Stephan, Finerman Gerald. **Diagnosis of anterolateral ankle impingement, comparison between MRI and clinical examination.** The american journal of sports medicine, 1997; vol.25. No.3.
 27. Mawdsley RH, Hoy DK, Erwin PM. **Criterion-related validity of the figure-of-eight method of measuring ankle edema.** J Ortop sports Phys Ther. 2000;30:149-152
 28. Menadue Collette, Jacqueline Raymond, Sharon L Kilbreath, Kathryn M Refshauge, Roger Adams. **Reliability of two goniometric methods of measuring active inversion and eversion range of motion at the ankle.** BMC Musculoskeletal disorders 2006, 7:60.
 29. Mokkink LB, Terwee CB, Knol DL, Stratford PW, Alonso J, Patrick DL, Bouter LM, de Vet HC. **The COSMIN checklist for evaluating the methodological quality of studies on measurement properties: a clarification of its content.** Department of Epidemiology and Biostatistics and the EMGO Institute for Health and Care Research, VU University Medical Center, Amsterdam, The Netherlands. 2010.
 30. Molley S, Solan MC, Bendell SP. **Synovial impingement in the ankle, a new physical sign.** J.Bone Joint Surg br. 2003;85-:330-333.
 31. Mulder S, Bloemhoff A, Harris S. **Ongevallen in Nederland, opnieuw gemeten.** Amsterdam: Stichting Consument en Veiligheid; 1995.
 32. Olmsted C.Lauren, Christopher R. Garcia, Jay Hertel, Sandra J. Shultz. **Efficacy of the Star Excursion Balance Tests in Detecting Reach Deficits in Subjects With Chronic Ankle Instability,** Journal of Athletic Training

Chronische enkelinstabiliteit; klinisch aantoonbaar?

- 2002;37 (4): 501-506.
33. Petersen EJ, Irish SM, Lyons CL, Miklaski SF, Bryan JM, Henderson NE, Masullo LN. **Reliability of water volumetry and the figure of eight method on subjects with ankle joint swelling.** J. Orthop Sports Phys Ther: 1999 oct; 29 (10):609-15.
 34. Phillips Bob, Ball Chris, Sackett Dave, Badenoch Doug, Straus Sharon, Haynes Brian, Dawes Martin. **Oxford Centre for Evidence-based Medicine levels of Evidence**, Maart 20009
 35. Rijn RM van, Van Os AG, Bernsen RM, Luijsterburg PA, Koes BW, Bierma-Zeinstra SM. **What is the clinical course of acute ankle sprains? A systematic literature review.** Am J Med. 2008;121:324-31.
 36. Rohner-spengler Manuele, Anne f Mannion, Reto Babst. **Reliability and minimal detectable change for the figure-of-eight-20 method of measurement of ankle edema.** Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 2007;37;4;april 199-205.
 37. Scot Ross E., Kevin M. Guskiewz, Bing Yu. **Single leg jump-landing stabilization times in subjects with functionally unstable ankles.** Journal of Athletic training. 2005;40(4):298-304.
 38. Sekir U, Y. Yildiz, B. Haxneci, F. Ors, T. Saka, T. Aydin. **Reliability of a functional test battery evaluating functionality, proprioception, and strength in recreational athletes with functional ankle instability.** Eur J Phys Rehabil Med 2008; 44:407-15.
 39. Tatro-Adams D, McGann SF, Carbone W. **Reliability of the figure-of-eight method of ankle measurement.** J. Orthop Sports Phys Ther. 1995. Oct; 22 (4): 161-3.
 40. Wees PhJ van der, Lenssen AF, Hendriks HJM, Stomp DJ, Dekker J, de Bie RA. **Effectiveness of exercise therapy and manual mobilisation in acute ankle sprain and functional instability: a systematic review.** Aust J Physiother 2006;52:27-37.
 41. Youdas JW, Bogard CL, Suman VJ. **Reliability of goniometric measurements and visual estimates of ankle joint range of motion obtained in a clinical setting.** Arch Phys Med Rehabil. 1993; 74:1113-1118.