

KRACHTTRAINING VAN DE KUITMUSCULATUUR BIJ PATIËNTEN DIE LIJDEN AAN CHRONISCHE VENEUZE INSUFFICIËNTIE (CVI).

Afstudeeropdracht afdeling fysiotherapie, Hogeschool Utrecht.

Geschreven door: Melvin Posthouwer

Scriptiebegeleider: Jolanda Spruit

Datum: april 2014

Samenvatting

Achtergrond: Bij mensen die lijden aan chronische veneuze insufficiëntie (CVI) is de hemodynamiek (omloop/doorstroom van het bloed) in de onderste extremiteit aangedaan. Tegenwoordig wordt bij deze aandoening veelal compressietherapie toegepast. Er zijn aanwijzingen dat oefentherapie inclusief krachttraining van de onderste extremiteit en dan met name van de kuitmusculatuur een gunstige bijdrage kan leveren aan de behandeling van patiënten met CVI.

Vraagstelling: Wat is het effect van het volgen van een krachttrainingsprogramma gericht op het versterken van de kuitmusculatuur als maat voor de werking van de kuitspierpomp om de hemodynamiek van de onderste extremiteit te bevorderen en zo indirect de gevolgen van CVI te verminderen?

Methode: In Pubmed, Cinahl en Google Scholar is er gezocht naar effectstudies. De geïncludeerde artikelen moesten krachttraining van de kuitmusculatuur als interventie bevatten en als uitkomstmaat onder andere de hemodynamiek bevatten. De methodologische eigenschappen van de geïncludeerde artikelen zijn beoordeeld aan de hand van de PEDro score. Voor de conclusie is er gebruik gemaakt van een best-evidence synthese aan de hand van criteria beschreven door Van Tulder.

Resultaten: Er zijn 6 studies geïncludeerd met krachttraining van de kuitmusculatuur als interventie. 2 studies hebben een 'slechte' methodologische kwaliteit en 4 studies werden beoordeeld als 'goed'. Er waren significante verbeteringen ($P < 0.05$) in de hemodynamiek t.o.v. van beide groepen te vinden van de Ejectie Fractie (EF) deze steeg gemiddeld van 52.7% naar 70.06% in de oefengroep. Een significante vermindering werd geconstateerd ($P < 0.05$) van het Residuaal Fractie (RF) deze daalde gem. van 41.46% naar 31.28%.

Conclusie: Op basis van de gevonden literatuur kan er worden geconcludeerd dat de EF en het RF geassocieerd zijn met de sterkte van de kuitmusculatuur als maat voor de kuitspierpomp. Voor de andere parameters is er beperkt bewijs.

Trefwoorden: veneus, veneuze insufficiëntie, kuit, kuitspier, kuitspierpomp, oefening, training, ulceratie.

Abstract

Background: In people who are suffering from chronic venous insufficiency (CVI) the hemodynamics (circulation/flow of blood) in the lower extremity is affected. Nowadays the mostly used therapy is compression therapy in this disorder. There are signs that exercise including strength training of the lower extremity especially of the calf muscles can give a positive contribution in the treatment of patients with CVI.

Objective: What is the effect of following a strength training program focused on strengthening of the calf muscles as a measure for the functioning of the calf muscle pump to promote the hemodynamics of the lower extremity and so indirectly reduce the consequences of CVI?

Methods: In Pubmed, Cinahl and Google Scholar has been searched for impact studies. The included articles had to include strength training of the calf muscles as intervention and as outcome measure hemodynamic. The methodological features of the included articles were assessed with the PEDro score. For the conclusion a best-evidence synthesis is used, which is described by Van Tulder.

Results: 6 studies were included with strength training of the calf muscles as intervention. 2 studies had a 'poor' methodological quality and 4 studies were reviewed as 'good'. There were significant improvements ($P < 0.05$) in the hemodynamic compared to both groups in the ejection fraction (EF) these increased on average from 52.7% to 70.06% in the therapy group. A significant reduction was observed ($P < 0.05$) of the residual fraction (RF) these decreased on average from 41.46% to 31.28%.

Conclusion: Based on the literature can be concluded that the EF and the RF are associated with the strength of the calf muscles as a measure for the calf muscle pump. For the other parameters, there is limited evidence.

Key-words: venous, venous insufficiency, calf, calf muscle, calf pump, exercise, training, ulceration.

Chronisch veneuze insufficiëntie (CVI) is een veel voorkomende, langzaam progressieve aandoening van het veneuze systeem die vrijwel uitsluitend in de onderste extremiteit (OE) voorkomt.

Met CVI wordt een symptomencomplex van hemodynamische afwijkingen en huidafwijkingen bedoeld, die het gevolg zijn van een afvloedstoornis van het veneuze bloed resulterend in een verhoogde veneuze druk, ook wel reflux genoemd. Door de drukverhoging in de venen zullen eerst varices ontstaan. Later zal de veneuze druk ook toenemen in de venulen en vervolgens in de capillairen. Hierdoor neemt de capillaire filtratiefraction toe en zal er oedeem ontstaan door het uittreden van vocht. De ernstigste manifestatie van CVI is het *ulcus cruris venosum*, voorafgaand aan de *ulcus cruris venosum* zullen eerst typische huidafwijkingen ontstaan. Het exacte ontstaansmechanisme van deze typische huidafwijkingen en ulceratie is nog niet begrepen. (Groot & Toonstra, 2012)

De incidentie van CVI wordt in de literatuur verschillend beschreven (Nicolaidis, 2000; Uden, Vleuten, Kooloos, Haenen, & Wollersheim, 2005) beschrijven dat er naar schatting bij 7-9% van de westerse bevolking CVI voorkomt. Waarbij CVI relatief vaker voorkomt bij vrouwen dan bij mannen.

(Beebe-Dimmer, Pfeifer, Engle, & Schottenfeld, 2005) beschrijft een geschatte prevalentie van CVI die varieert van <1 tot 40% voor vrouwen en <1 tot 17% voor mannen.

(Groot & Toonstra, 2012) beschrijven een prevalentie van 10-15%.

De laatste jaren worden patiënten met CVI in toenemende mate van de huisarts naar de fysiotherapeut doorverwezen voor het volgen van oefentherapie. Precieze aantallen ontbreken nog.

Om de ernst van een CVI te bepalen worden er een tweetal classificaties gebruikt:

In minder recente epidemiologische studies werd gebruik gemaakt van de Widmer-classificatie. Deze classificatie gaat uit van klinisch waarneembare afwijkingen, zonder gebruik te maken van diagnostische instrumenten en registratie van subjectieve verschijnselen.

De modernste classificatie is de CEAP-classificatie (bijlage 1), deze maakt het mogelijk elk individu exact te catalogiseren, en biedt een ordelijk systeem voor Etiologische, Anatomische, Pathofysiologische aanduiding.

Bij de CEAP-classificatie wordt standaard gebruik gemaakt van duplexdiagnostiek (Neumann, 2011).

Hemodynamiek betekent letterlijk omloop van het bloed. In het geval van deze studie gaat het om de veneuze hemodynamiek, waarbij de doorstroming van het bloed in de venen is aangedaan. Bij patiënten met CVI is deze veneuze hemodynamiek in meerdere dan wel mindere mate gestoord. Met hemodynamiek worden een aantal parameters van de bloedsomloop van de OE bedoeld: *venous volume*, VV (ml.); *ejection volume*, EV (ml.); *residual volume*, EV (ml.); *ejectionfraction*, EF (%); *Residualfraction*, RF (%); *venous filling index*, VFI (ml./sec).

Uit verschillende studies (Agu, Baker, & Seifalian, 2004; Bergan & Sparks, 2000; Ibegbuna V., Delis, Nicolaidis, & Aina, 2003) blijkt dat er voldoende wetenschappelijk bewijs is naar de hemodynamische effecten van compressietherapie, om deze reden wordt er tegenwoordig veel gewerkt met deze vorm van therapie. Compressietherapie omvat een aantal technieken, waardoor de veneuze en lymfatische circulatie van de extremiteiten wordt verbeterd. De veneuze flow wordt door deze behandeling gestimuleerd. De kuitspierpomp wordt ondersteund door het comprimeren van de venen van buitenaf. Het compressiemateriaal heeft tot doel de bloedafvoer vanuit het been naar het hart te bevorderen en het vocht tussen de weefsels te verminderen of te voorkomen. Het dragen van compressiemateriaal ondersteunt de werking van de kuitspierpomp (Uden, Vleuten, Kooloos, Haenen, & Wollersheim, 2005; Eberhardt & Raffetto, 2005).

Verschillende studies hebben de hemodynamische voordelen van compressie therapie onderzocht bij patiënten met CVI. Er is aangetoond dat compressie therapie het residuaal volume fractie, een indicator voor de verbetering van de functie van de kuitspieroerpomp en de reflux kunnen verminderen. (Ibegbuna, Delis, Nicolaides, & Aina, 2003; Zajkowski, Proctor, Wakefield, Bloom, Blessing, & Greenfield, 2002)

Naast de compressietherapie worden er ook beschrijvingen gegeven van medicamenteuze behandelingen op de gevolgen van CVI zoals oedeem, ulcus cruris venosum en trofische stoornissen echter is hier onvoldoende bewijs voor de werking bij patiënten met CVI. Ook worden chirurgische behandelingen beschreven waarbij er over het algemeen een crossectomie plaatsvindt van de aangedane venen. Bij insufficiëntie van de Vv. perforantes vindt er over het algemeen een subfasciale endoscopische perforantectomie plaats. Het gevaar van operaties bij deze patiënten schuilt in het maken van extra operatiewonden, die ook vaak maar moeizaam willen genezen. Om die reden wordt er tegenwoordig zo spaarzaam mogelijk geopereerd. (Veraart, 2002; Neumann, 2011)

De literatuur is eenduidig over het feit dat de kuitspieroerpomp een grote rol speelt bij CVI. Het gaat hierbij om het falen van de kuitspieroerpomp om de veneuze terugkeer effectief te bevorderen. Dit leidt tot abnormaal hoge druk, voor de gemiddelde persoon komt dit neer op ± 90 mm Hg en tijdens het lopen daalt deze druk tot ± 20 mm Hg, bij mensen met een ernstige vorm van CVI blijft deze druk $\pm 60-70$ mm Hg tijdens het lopen (Neumann, 2011) waardoor er onvoldoende drukdaling plaatsvindt in de venen rond de enkels. Dit falen in combinatie met de veneuze reflux wordt gezien als de hoofdoorzaak voor het progressieve beeld wat wordt aangetoond bij CVI (Monolney, et al., 2007; Padberg, Johnston, & Sisto, 2004; Uden, Vleuten, Kooloos, Haenen, & Wollersheim, 2005; Veraart, 2002; Orsted, Radke, & Gorst, 2001; Yang, Vandongen, & Stacey, 1999).

90% van het veneuze bloed wordt van het oppervlakkige veneuze systeem (dat extrafasciaal ligt) via de venae perforantes naar het diepe veneuze systeem (dat subfasciaal ligt) vervoerd en vanaf daar weer verder getransporteerd richting het hart. Er valt wel na te gaan als het mechanisme van de kuitspieroerpomp niet goed meer werkt, dat de druk in de venen zal stijgen. (Groot & Toonstra, 2012)

Krachttraining kan een rol spelen bij het dalen van de veneuze druk (Veraart, 2002).

Door middel van spierkrachttraining kan er hypertrofie ontstaan in skeletspieren. Hypertrofie is een toename van de diameter van de individuele spiervezels. Hypertrofie wordt toegeschreven aan een toename van het aantal en de doorsnede van de myofibrillen, voornamelijk door een toename van de contractiele eiwitten. Bovendien treedt er een toename van de hoeveelheid en de sterkte van het bindweefsel op. Door dit proces zal de druk die de musculatuur van buitenaf geeft op de venen toenemen, waardoor het bloed verder getransporteerd word richting het hart wat uiteindelijk het dalen van de veneuze druk tot gevolg heeft. (Morree, Jongert, & Poel, 2006).

Er zijn aanwijzingen dat oefentherapie inclusief krachttraining van de OE en dan met name van de kuitmusculatuur een gunstige bijdrage kan leveren aan de behandeling van patiënten met CVI en ulcus cruris venosum. Ook in de Nederlandse Huisartsen Standaard Ulcus Cruris Venosum worden kuitspieroer- en enkeloefeningen geadviseerd, maar daarvoor wordt nog geen nadere onderbouwing gegeven. (Uden, Vleuten, Kooloos, Haenen, & Wollersheim, 2005; Hof, Balak, Apeldoorn, Nooijer, Dubois, & Kortenhof, 2010; Veraart, 2002). Om deze reden gaat deze literatuur studie zich richten op de effecten van krachttraining van de kuitmusculatuur als maat voor de werking van de kuitspieroerpomp. Hierbij ligt er een taak weggelegd voor de fysiotherapeut die deze oefentherapie programma's moet coördineren en begeleiden.

De hemodynamiek en functie van de kuitspieroerpomp wordt gemeten met een Air plethysmographic (APG). De APG is het enige systeem dat bloedvolume veranderingen in milliliters en de bloedstroom in milliliters per seconde meet, het meet drukveranderingen in een grote manchet die zich uitstrekt van de knie tot aan de enkel. De APG meet onder andere: chronische obstructie, valvulaire reflux, functie kuitspieroerpomp, veneuze hypertensie.

Voor deze studie zijn de functie van de kuitspierpomp en de bijbehorende parameters van de hemodynamiek van belang. Voor meetprotocol van de APG zie (aci medical, 2011).

De relevantie voor dit onderwerp voor fysiotherapeuten zit hem dus in het coördineren en begeleiden van de oefentherapie programma's. De vraagstelling voor dit onderzoek luidt als volgt:

Wat is het effect van het volgen van een krachttrainingsprogramma gericht op het versterken van de kuitmusculatuur als maat voor de werking van de kuitspierpomp om de hemodynamiek van de OE te bevorderen en zo indirect de gevolgen van CVI te verminderen.

METHODE

In de volgende databanken is er gezocht naar relevante literatuur: PubMed, Cinahl, Google Scholar. Voor het zoeken zijn de volgende trefwoorden gebruikt: venous, venous insufficiency, calf, calf muscle, calf pump, exercise, training, ulceration.

De titel werd gescreend op de PICO onderdelen uit deze studie, om zo de relevantie naar deze studie te waarborgen. Daarna werd de abstract doorgelezen van de overgebleven artikelen. De abstracts werden getoetst op de uitkomstmaat van het artikel, deze moest onder andere de hemodynamiek bevatten. Bij het includeren van de verschillende artikelen is er rekening gehouden met de volgende inclusie en exclusiecriteria:

Inclusie criteria:

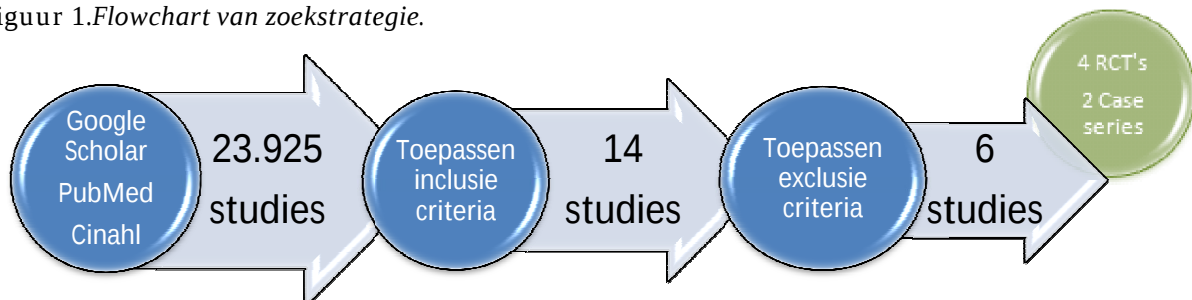
- Artikel geschreven in Engels of Nederlands.
- Patiënten met een vorm van CVI.
- Leeftijdscategorie van 18 jaar en ouder.
- Effectstudies.
- Een vorm van krachttraining als interventie.
- Hemodynamiek van de OE als uitkomstmaat.

Exclusie criteria:

- artikelen waarvan er geen full text beschikbaar is.
- Oefentherapie anders dan krachttraining van de kuitmusculatuur.
- Artikelen gepubliceerd voor 1997.
- Patiënten met vaatproblematiek anders dan CVI.

De zoekstrategie heeft in totaal 14 artikelen opgeleverd. Van deze 14 artikelen zijn 10 artikelen beoordeeld op hun relevantie. Aan de hand van de in- en exclusie criteria bleven er 6 artikelen over waarvan 4 RCT's en 2 case series. De overige 8 artikelen zijn gebruikt ter ondersteuning van de inleiding en discussie. Deze overige artikelen bestaan uit: 2 RCT's, 2 case series en 4 clinical reviews. (zie Figuur 1.)

Figuur 1. Flowchart van zoekstrategie.



Er is 1 uitzondering gemaakt bij de inclusiecriteria, namelijk het inclusiecriteria dat een artikel binnen de afgelopen 10 jaar gepubliceerd moet zijn. Deze uitzondering geldt voor de volgende artikelen:

- (Kan & Delis, 2001)
- (Yang, Vandongen, & Stacey, 1999)

Hiervoor is gekozen omdat er in vele studies wordt gerefereerd naar deze artikelen. En omdat deze studies een meerwaarde zullen hebben voor deze literatuurstudie. Daarnaast is het onduidelijk uit welk jaar de studie van (Yang D. , Vandongen, Sakko, & Stacey, u.k.) komt. Wel blijkt uit deze studie dat het een follow-up is van (Yang, Vandongen, & Stacey, 1999) omdat er meerdere malen naar wordt verwezen in de studie.

Voor het scoren van de methodologische kwaliteit van de geïncludeerde studies wordt er gebruik gemaakt van de PEDro Score. De PEDro score bestaat uit 11 items waarvan er 10 beoordeeld worden op de interne en/of statistische validiteit. Van deze 10 items wordt een somscore vastgesteld door het aantal positief scorende items bij elkaar op te tellen. (Zie Tabel 1) hoe de scores worden beoordeeld. (Tulder, Furlan, Bombardier, & Bouter, 2003)

TABEL 1.

PEDro Score	Classificatie
9-10 punten	Zeer goed
6-8 punten	Goed
4-5 punten	Redelijk
0-3 punten	Slecht

Alle geïncludeerde artikelen werden gescoord aan de hand van de PEDro score. Bij voorbaat kan er al worden vastgesteld dat (Yang, Vandongen, & Stacey, 1999; Yang, Vandongen, Sakko, & Stacey, u.k.) een lagere score zullen behalen t.o.v. van de andere 4 artikelen omdat het hier Case series betreft. En deze studies dus geen controlegroep bevatten.

Voor de conclusie van het onderzoek is er gebruik gemaakt van een best evidence-synthese. Via de synthese valt te bepalen hoe sterk het bewijs is voor de in de literatuur gebruikte interventie. Deze studie maakt gebruik van de criteria beschreven door Van Tulder. (tabel 2) (Tulder, Furlan, Bombardier, & Bouter, 2003)

TABEL 2.

Niveaubewijs	Criteria
Sterk bewijs	Gebaseerd op statistisch significante resultaten gemeten in ten minste 2 RCT's van hoge kwaliteit, met PEDro-scores van minimaal 4 punten*
Matig bewijs	Gebaseerd op statistisch significante resultaten, gemeten in ten minste 1 RCT van hoge kwaliteit en ten minste 1 RCT van lage kwaliteit (< 3 punten op PEDro) of 1 Controlled Clinical Trial (CCT)* van hoge kwaliteit
Gering bewijs	Gebaseerd op statistisch significante resultaten, gemeten in ten minste 1 RCT van hoge kwaliteit of ten minste 2 CCT's* van hoge kwaliteit (in afwezigheid van RCT's van hoge kwaliteit)
Aanwijzingen	Gebaseerd op statistisch significante resultaten, gemeten in ten minste 1 CCT van hoge kwaliteit of RCT* van lage kwaliteit (in afwezigheid van RCT's van hoge kwaliteit), of ten minste 2 studies van niet-experimentele aard met voldoende kwaliteit (in afwezigheid van RCT's en CCT's)*
Geen of onvoldoende bewijs	In die gevallen waarin de resultaten van de geïncludeerde studies niet voldoen aan de bovengenoemde niveaus van bewijskracht, of in die gevallen waarin conflicterende (statistisch significante positieve en statistisch significante negatieve) resultaten aanwezig zijn tussen RCT's en CCT's, of in die gevallen waarin geen enkele studie geïncludeerd kon worden.
*Indien het aantal studies dat bewijs aantoont minder dan 50% bedraagt van het totale aantal gevonden studies in dezelfde categorie van methodologische kwaliteit en studiedesign (RCT, CCT of pre-experimentele studie), wordt het resultaat als 'geen bewijs' geclassificeerd.	

RESULTATEN

In tabel 3. staan de methodologische kwaliteitsbeoordelingen van de geïncludeerde studies weergegeven. 4 van de 6 studies zijn als 'goed' beoordeeld, deze betreffen allemaal een RCT. De andere 2 Case series zijn beoordeeld als 'slecht'.

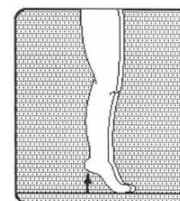
TABEL 3. Methodologische kwaliteitsbeoordelingen

Auteur en jaartal	Soort studie	PEDro Score
(Jull et al., 2009)	RCT	8/10
(Kan et al., 2001)	RCT	6/10
(O'Brien et al., 2013)	RCT	8/10
(Padberg et al., 2004)	RCT	6/10
(Yang et al., 1999)	Case serie	3/10
(Yang et al., u.k.)	Case serie	3/10

In Tabel 4. staan de eigenschappen van de gebruikte studies beschreven. Hierbij staan beschreven: Auteur en jaartal van de studie, populatiegroep, welke CEAP classificatie de populatie had, welke interventie er is gebruikt, een toelichting op deze interventie en de meetmomenten.

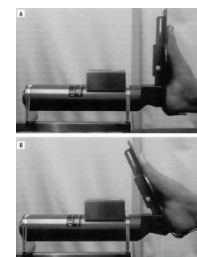
Tip-toe

De tip-toe oefening wordt gebruikt in de studies van (Jull, Parag, Walker, Maddison, Kerse, & Johns, 2009; O'Brien, Edwards, Stewart, & Gibbs, 2013; Yang, Vandongen, & Stacey, 1999; Yang, Vandongen, Sakko, & Stacey, u.k.) in de studies van (O'Brien, Edwards, Stewart, & Gibbs, 2013; Yang, Vandongen, & Stacey, 1999; Yang, Vandongen, Sakko, & Stacey, u.k.) wordt er gebruik gemaakt van een 5 cm hoge step, met de tenen op de rand van de verhoging worden de hakken langzaam en zover mogelijk richting de grond bewogen, waarna de hakken zover mogelijk worden opgetild. Het is toegestaan om een stoel of een reling vast te houden tijdens de oefening. De proefpersonen uit de studie (Jull, Parag, Walker, Maddison, Kerse, & Johns, 2009) stonden met hun voeten op de grond en werden geïnstrueerd om met 1 of 2 handen tegen een muur aan te leunen, waarna langzaam de hakken opgetild moesten worden.



Isotonic plantair flexion

In de studie van (Kan & Delis, 2001) werd er gebruik gemaakt van een 4-kg resistance pedal ergometer. De patiënten moesten in langzit gaan zitten, met hun knie rustend op een kussen en in lichte flexie stand met de voet op het pedaal geplaatst. Waarna ze het pedaal van hun af moesten duwen tegen een weerstand van 4 kilogram (kg).



TABEL 4. Eigenschappen geïncludeerde studies

<i>Auteur en jaartal</i>	<i>Populatie</i>	<i>CEAP</i>	<i>Interventie</i>	<i>Duur interventie</i>	<i>Intensiteit</i>	<i>Series</i>	<i>Warming-up</i>	<i>Meetmomenten</i>
(Jull et al., 2009)	N=40 OG: N=21 CG: N=19	6	OG: tip-toe oefeningen + compressie therapie. CG: compressietherapie	12 weken	Om de dag. 80% van maximaal aantal tip-toe's	3 sets	3-5 min. rondlopen	Week 0, 3, 6, 9
(Kan et al., 2001)	N=21 OG: N=10 CG: N=11	6	OG: actieve plantairflexies met resistancepedal ergometer + compressietherapie CG: compressietherapie	7 dagen	Eerste 3 dagen 75% van max. Laatste 4 dagen opvoerend tot 360 plantairflexies	3 sets van 6 minuten	Word niet weergegeven	Dag 0, 7
(O'Brien et al., 2013)	N=11 Einde interventie N=7 OG: N=5 CG: N=6	6	OG: tip-toe oefeningen CG: algemene adviezen + instructies over leefstijl	12 weken	3 maal daags. Volgens appendix 1 protocol (zie bijlage 2.)	3 sets	Voorafgaand aan en tussen elke set: rekoefeningen voor kuit en hamstring	Week 0, 12
(Padberg et al., 2004)	N=30 Einde interventie N=28 OG: N=17 CG: N=13	4,5 of 6	OG: rek- en spierversterkende oefeningen van de OE + compressietherapie CG: compressietherapie	6 maanden	2 maal per week een uur	-----	Word niet weergegeven	Maand 0, 6
(Yang et al., 1999)	N=20 OG: N=20	5	OG: tip-toe oefeningen Geen controlegroep aanwezig	6 weken	Eerste 3 weken 50% van max. Laatste 3 weken maximaal aantal tip-toe's	3 sets	5-8 lopen, rekoefeningen voor de kuitmusculatuur	Week 0, 6
(Yang et al., u.k.)	N=12 OG: N=12	5	OG: tip-toe oefeningen Geen controlegroep aanwezig	8 weken	Eerste 4 weken 50% van max. Laatste 4 weken maximaal aantal tip-toe's	3 sets	5-8 lopen, rekoefeningen voor de kuitmusculatuur	Week 0, 8

Afkortingen: OG= Oefengroep, CG= Controlegroep.

De populatie verschildte van 11 tot 40 proefpersonen waarbij in de studies van (O'Brien, Edwards, Stewart, & Gibbs, 2013; Padberg, Johnston, & Sisto, 2004) niet alle proefpersonen de interventie hebben afgemaakt. De voornaamste reden hiervoor was de intolerantie voor compressietherapie en het niet bijwonen van het laatste traject van de interventie. deze proefpersonen zijn wel meegenomen bij de 0-meting, maar ontbraken bij de eindmeting.

(O'Brien, Edwards, Stewart, & Gibbs, 2013) gebruikte de al eerder beschreven resistancepedal ergometer als interventie. De studie van (Padberg, Johnston, & Sisto, 2004) *hanteerde* rek- en spierversterkende oefeningen van de OE. De overige 4 studies hebben de eerder beschreven tip-toe oefeningen gebruikt als interventie. De duur van de interventie verschildte van 7 dagen tot 6 maanden. Waarbij er in elke studie weer een andere intensiteit werd gehanteerd, over het algemeen werden er 3 sets van elke oefening uitgevoerd. De warming-up bestond grotendeels uit rondlopen en rekoefeningen. Alle meetmomenten waren op dag 0 en op de laatste dag van de interventie. De studie van (Jull, Parag, Walker, Maddison, Kerse, & Johns, 2009) is hier de enige uitzondering, waarbij er ook in week 3 en week 6 het aantal maximale tip-toe's werd gemeten.

In 3 studies kregen beide groepen ook nog de beschikking tot compressietherapie. Voor de proefpersonen uit (Jull, Parag, Walker, Maddison, Kerse, & Johns, 2009) kwam dit in de OG neer op compressiebandages (N=19), compressiekousen (N=2). Voor de CG was dit: compressiebandages (N=17), compressiekousen (N=2). In de studie van (Kan & Delis, 2001) ontvingen beide groepen compressiemateriaal wat 2x per week werd verwisseld, dit bestond uit korte rek bandages. (Padberg, Johnston, & Sisto, 2004) gaven hun proefpersonen compressietherapie in de vorm van compressiekousen.

In tabel 5. Zijn de resultaten beschreven van de geïnccludeerde artikelen die de effecten van krachttraining van de kuitmusculatuur op de werking van de kuitspierpomp en de hemodynamiek hebben onderzocht, bij mensen met een vorm van CVI.

TABEL5. Resultaten

<i>Auteur en jaartal</i>	<i>Meet moment</i>	<i>Gem. hemodynamische waarden in de OG (SD)</i>	<i>Gem. hemodynamische waarden in de CG (SD)</i>	<i>P waarde t.o.v. de verschillen in groepen</i>
(Jull, Parag, Walker, Maddison, Kerse, & Johns, 2009)	0-meting	VV(ml): 132.5 EV (ml): 95.5 RV (ml): 44.2 EF (%): 74.3 RF (%): 23.1 VFI (ml/sec): 5.6	VV(ml): 127.1 EV (ml): 88.0 RV (ml): 34.0 EF (%): 70.5 RF (%): 21.1 VFI (ml/sec): 6.1	
	Week 12	VV(ml): 117.9 EV (ml): 121.2 RV (ml): 35.0 EF (%): 102.1 RF (%): 23.9 VFI (ml/sec): 4.8	VV(ml): 110.7 EV (ml): 86.3 RV (ml): 33.7 EF (%): 79.6 RF (%): 30.9 VFI (ml/sec): 5.0	0.8 0.09 0.5 <0.05* 0.3 0.9
(Kan & Delis, 2001)	0-meting	VV (ml): 104 (88-148) EV (ml): 40 (35-60) RV (ml): 52 (42-71) EF (%): 40 (36-44) RF (%): 56 (51-59) VFI (ml/sec): 5 (3.4-6.5)	VV (ml):96 (91-115) EV (ml): 32 (27-44) RV (ml): 48 (38-53) EF (%): 41 (35-45) RF (%): 55 (46-60) VFI (ml/sec): 4.4 (4.1-5.7)	

	Dag 8	VV (ml): 94 (90-142) EV (ml): 67 (57-98) RV (ml): 39 (35-69) EF (%): 65 (57-68) RF (%): 40 (31-49) VFI (ml/sec): 5.1(3.4-5.8)	VV (ml): 103 (83-111) EV (ml): 37 (28-43) RV (ml): 53 (47-60) EF (%): 36 (32-39) RF (%): 52 (44-61) VFI (ml/sec): 5.2(4.1-6.1)	>.50 <.001* >.50 <.001* >.50 >.50
(O'Brien, Edwards, Stewart, & Gibbs, 2013)	0-meting	VV(ml): 129.33 (42) EF (%): 55 (9) RF (%): 44.92 (8) VFI (ml/sec): 2.63 (1.7)	VV(ml): 140.0 (42) EF (%): 60.33 (14) RF (%): 39.67 (13) VFI (ml/sec): 2.3 (1.2)	
	Week 12	VV(ml): 129.73 (42) EF (%): 66.55 (12) RF (%): 33.06 (12) VFI (ml/sec): 1.55 (1.1)	VV(ml): 142.83 (44) EF (%): 61.53 (15) RF (%): 38.45 (15) VFI (ml/sec): 1.77 (0.8)	>0.05 0.05* 0.04* 0.61
(Padberg, Johnston, & Sisto, 2004)	0-meting	VV(ml): 120 (7.5) EV (ml): 48.9 (4.2) EF (%): 41.7 (3.3) RF (%): 38.0 (3.7) VFI (ml/sec): 6.30 (.07)	VV(ml): 141 (2.6) EV (ml): 44.5 (3.6) EF (%): 33.1 (2.6) RF (%): 36.2 (4.4) VFI (ml/sec): 7.28 (0.9)	
	Maand 6	VV(ml): 135.9 (12) EV (ml): 63.1 (6.7) EF (%): 46.6 (3.1) RF (%): 29.5 (2.9) VFI (ml/sec): 6.6 (0.90)	VV(ml): 158.9 (22) EV (ml): 46.1 (5.2) EF (%): 31.7 (2.9) RF (%): 39.6 (4.9) VFI (ml/sec): 7.3 (0.97)	0.69 0.06 0.03* 0.03* 0.64
(Yang, Vandongen, & Stacey, 1999)	0-meting	VV(ml): 128.8 (87.7-158.9) EF (%): 57.8 (39.5-64.8) RF (%): 57.7 (43.5-75.3) VFI (ml/sec): 5.9 (5.1-11.2)		
	Week 6	VV(ml): 123.2 (78.5-150.6) EF (%): 69.5 (59.2-99.6) RF (%): 34.1 (21.5-52.1) VFI (ml/sec): 6.3 (4.6-9.2)		0.279 0.001* 0.001* 0.351
(Yang D. , Vandongen, Sakko, & Stacey, u.k.)	0-meting	VV(ml): 145.6 (73.6) EF (%): 51.2 (13.6) RF (%): 63.1 (18.6) VFI (ml/sec): 7.3 (5.6)		
	Week 8	VV(ml): 164.7 (77.2) EF (%): 72.0 (22.8) RF (%): 41.3 (21.5) VFI (ml/sec): 8.2 (6.1)		0.043* 0.028* 0.128 0.397

*=significante verbetering

Afkortingen: OG= oefengroep, CG= controle groep, VV= Veneus volume, EV= ejectie volume, RV=residuaal volume, EF=ejectie fractie, RF= residuaal volume fractie, VFI= veneus filling index

Bij de resultaten van (Jull, Parag, Walker, Maddison, Kerse, & Johns, 2009) wordt geen SD weergegeven.

Het effect van krachttraining als maat voor de werking van de kuitspierpomp om de hemodynamiek van de OE te bevorderen is in 6 studies onderzocht.

Uit de resultaten weergegeven in tabel 4. blijkt dat het VV in 3 van de 6 studies (O'Brien, Edwards, Stewart, & Gibbs, 2013; Padberg, Johnston, & Sisto, 2004; Yang D., Vandongen, Sakko, & Stacey, u.k.) is gestegen in de OG. Alleen de studie van (Yang D., Vandongen, Sakko, & Stacey, u.k.) laat een significante verbetering ($P=0.043$) zien, deze steeg na 8 weken van tip-toe oefeningen van 145.6 ml. 164.7 ml. De overige 3 studies (Jull, Parag, Walker, Maddison, Kerse, & Johns, 2009; Kan & Delis, 2001; Yang, Vandongen, & Stacey, 1999) lieten allen een daling van het VV zien.

In 3 van de 6 studies (Jull, Parag, Walker, Maddison, Kerse, & Johns, 2009; Kan & Delis, 2001; Padberg, Johnston, & Sisto, 2004) is het EV weergegeven. Uit deze studies blijkt dat in alle 3 de studies het EV gestegen is in de OG. De studie van (Kan & Delis, 2001) constateerde daarnaast nog een significante verbetering ($P<0.001$) t.o.v. de CG, het EV steeg in de OG van 40 ml. naar 67ml. na 7 dagen van oefeningen met de resistancepedal ergometer. in de CG steeg het EV van 32 ml. naar 37 ml.

Het RV is in 2 van de 6 studies (Jull, Parag, Walker, Maddison, Kerse, & Johns, 2009; Kan & Delis, 2001) weergegeven. In beide studies is in de OG het RV gedaald. Echter is er geen significante vermindering waargenomen.

De EF steeg in alle 6 de studies, daarnaast was er in alle 6 de studies een significante verbetering waarneembaar. (Jull, Parag, Walker, Maddison, Kerse, & Johns, 2009) liet na 12 weken een significante verbetering zien ($P<0.05$), hier steeg de EF van 74.3% naar 102.1%, in de CG was deze stijging 70.5% naar 79.6%. De studie van (Kan & Delis, 2001) had een significante verbetering ($P<0.001$) na 7 dagen van oefeningen. De EF steeg van 40% naar 65%, De CG liet een daling zien van 41 naar 36%. (O'Brien, Edwards, Stewart, & Gibbs, 2013) constateerde een significante verbetering ($P=0.05$). Hier steeg de EF van 55% naar 66.55% daar tegenover stond een stijging van 60.33% naar 61.53% in de CG, beide gemeten 12 weken na de 0-meting. De studie van (Padberg, Johnston, & Sisto, 2004) liet een significante verbetering ($P=0.03$) van de EF zien. Deze steeg in 6 maanden van oefeningen van 41.7% naar 46.6%, in de CG daalde de EF van 33.1% naar 31.7%.

Alle P waarden zijn ten opzichte van de verschillen in resultaten tussen beide groepen. (Yang, Vandongen, & Stacey, 1999) constateerde een significante verbetering ($P=0.001$) in de OG na de 6 weken van oefeningen. De EF steeg van 57.8% naar 69.5%. (Yang D., Vandongen, Sakko, & Stacey, u.k.) constateerde na 8 weken van oefeningen een significante verbetering ($P=0.028$) in de EF, de EF steeg van 51.2% naar 72.0%.

Het RF is in 5 studies gedaald. (Kan & Delis, 2001; O'Brien, Edwards, Stewart, & Gibbs, 2013; Padberg, Johnston, & Sisto, 2004; Yang, Vandongen, & Stacey, 1999; Yang D., Vandongen, Sakko, & Stacey, u.k.). De studie van (O'Brien, Edwards, Stewart, & Gibbs, 2013) liet daarnaast in de OG ook nog een significante vermindering ($P=0.04$) zien van het RF t.o.v. de CG, welke daalde van 44.92% naar 33.06%. In de CG was deze daling van 39.67 naar 38.45%. Ook de studie van (Padberg, Johnston, & Sisto, 2004) liet een significante vermindering ($P=0.03$) zien het RF daalde hier van 38.0% naar 29.5% in 6 maanden tegenover een stijging van 36.2% naar 39.6% in de CG. (Yang, Vandongen, & Stacey, 1999) liet een significante vermindering ($P=0.001$) zien in de OG, het RF daalde in 8 weken van 57.7% naar 34.1%.

Het VFI is in 1 studie afgenomen (Jull, Parag, Walker, Maddison, Kerse, & Johns, 2009), echter is hier geen significante vermindering geconstateerd in de OG t.o.v. de CG. De overige 5 studies lieten allen een stijging zien van het VFI (Kan & Delis, 2001; O'Brien, Edwards, Stewart, & Gibbs,

2013; Padberg, Johnston, & Sisto, 2004; Yang, Vandongen, & Stacey, 1999; Yang D. , Vandongen, Sakko, & Stacey, u.k.)

DISCUSSIE

Dit artikel geeft een overzicht van de effecten van krachttraining van de kuitmusculatuur op de hemodynamiek in de OE bij mensen met CVI. In deze studie zijn de resultaten uit de 6 reeds besproken artikelen verwerkt en met elkaar vergeleken. De vraagstelling voor deze studie luidt als volgt:

Wat is het effect van het volgen van een krachttrainingsprogramma gericht op het versterken van de kuitmusculatuur als maat voor de werking van de kuitspierpomp om de hemodynamiek van de OE te bevorderen en zo indirect de gevolgen van CVI te verminderen.

In alle 6 de studies is er een significante verbetering geconstateerd van de EF daarnaast zijn er in 3 van de 6 studies een significante vermindering van het RF geconstateerd, 1 studie laat een significante verbetering zien van het EV en 1 studie toont een significante verbetering van het VV tussen beide groepen over dezelfde tijd.

Deze resultaten zouden te danken kunnen zijn aan het feit dat de CEAP classificatie van de geïncludeerde proefpersonen 4 of hoger is. Wat betekend dat de venen al in een verder stadium zijn aangedaan en de hemodynamiek verder is gestoord dan in een lagere classificatie. Waardoor de verschillen in resultaten hoger zouden kunnen uitvallen. De resultaten zijn gemeten met een APG, de validiteit en reproduceerbaarheid van de APG word in geen enkel artikel beschreven, dus in hoeverre de resultaten ook echt wat kunnen zeggen over het effect is moeilijk te zeggen. De meeste van deze gemeten resultaten worden in de studie van (Kan & Delis, 2001) zonder cijfer achter de komma weergegeven, waardoor het lijkt dat de resultaten zijn afgerond. Als dit het geval is, worden er geen exacte waarden weergegeven.

De populatie geïncludeerde proefpersonen varieert van 40 tot 11 deelnemers. De studies van (O'Brien, Edwards, Stewart, & Gibbs, 2013; Yang D. , Vandongen, Sakko, & Stacey, u.k.) hebben hierbij de kleinste onderzoeksgroepen gebruikt (N=11 en 12). Wanneer een proefpersoon in een kleine onderzoeksgroep goede resultaten laat zien, heeft dat een grotere invloed op de gemiddelde uitkomsten van die studie dan wanneer het een grote onderzoeksgroep omvat. Dit zou de resultaten in positieve zin kunnen beïnvloeden.

In 4 van de 6 studies moesten de oefeningen thuis uitgevoerd worden. Waarvan de proefpersonen uit de studie van (Jull, Parag, Walker, Maddison, Kerse, & Johns, 2009) onder supervisie stonden tijdens het uitvoeren. In de overige studies (O'Brien, Edwards, Stewart, & Gibbs, 2013; Yang, Vandongen, & Stacey, 1999; Yang D. , Vandongen, Sakko, & Stacey, u.k.) werden de oefeningen thuis zonder supervisie uitgevoerd. Hier valt moeilijk te controleren of de proefpersonen de oefening op de juiste manier uitvoerden en of zij zich wel aan het protocol hielden. Het zelfde geldt voor de proefpersonen uit de studie van (Padberg, Johnston, & Sisto, 2004) die de laatste 3 maanden de oefeningen ook zonder supervisie uit moesten voeren. Zodra deze proefpersonen zich niet aan het protocol houden of de oefeningen verkeerd uitvoeren zou dit de resultaten kunnen beïnvloeden. Uit de beschrijvingen die (Padberg, Johnston, & Sisto, 2004) gaven over de uit te voeren oefeningen en therapieën, wordt niet duidelijk wat voor therapie er is gegeven. Wel wordt duidelijk dat het om op rek- en spierversterkende oefeningen van de OE gaat die vooral gericht zijn op de kuitmusculatuur. Hieruit blijkt niet of de gebruikte interventie te vergelijken valt met de interventies uit de andere geïncludeerde artikelen. Naast de interventie kregen de proefpersonen uit (Jull, Parag, Walker, Maddison, Kerse, & Johns, 2009; Kan & Delis, 2001; Padberg, Johnston, & Sisto, 2004) ook compressietherapie aangeboden. De intensiteit hiervan wordt niet beschreven. Aannemelijk is dat de OG en CG dezelfde intensiteit van de therapie ontvangen om zo de uitkomstmaten te waarborgen, maar geheel uitgesloten is

dit niet, als dit niet het geval is kunnen de resultaten niet geheel met elkaar vergeleken worden. In de studie van (Yang, Vandongen, & Stacey, 1999) wordt aangegeven dat er tijdens de oefeningen geen enkele vorm van compressie therapie wordt gehanteerd. Of er voor of na de oefeningen wel een vorm van compressietherapie wordt gehanteerd is niet geheel duidelijk.

(Padberg, Johnston, & Sisto, 2004) hebben als enige de effecten van het volgen van trainingsprogramma over een langere termijn beschreven. De andere 5 studies hebben een interventie duur van 12 weken of korter, waardoor er niet goed te vergelijken valt of krachttraining over een langer traject zinvoller is als over een korter traject.

De methodologische kwaliteit van de geïncludeerde artikelen is gemeten aan de hand van de PEDro score. De 4 geïncludeerde RCT's (Jull, Parag, Walker, Maddison, Kerse, & Johns, 2009; Kan & Delis, 2001; O'Brien, Edwards, Stewart, & Gibbs, 2013; Padberg, Johnston, & Sisto, 2004) werden allen beoordeeld als 'goed'. De 2 overige Case series (Yang, Vandongen, & Stacey, 1999; Yang D. , Vandongen, Sakko, & Stacey, u.k.) werden beoordeeld als 'slecht'. Deze caseseries bevatten geen controlegroep. De aanwezigheid van een controlegroep in deze studies had een extra kijk op de resultaten kunnen geven. Nu worden de resultaten onderling in de OG vergeleken, bij de aanwezigheid van een CG had de interventie beter getoetst kunnen worden.

Gezien het feit dat er weinig literatuur te vinden is over de effecten van krachttraining van de kuitmusculatuur op de effecten van de hemodynamiek in de OE bij mensen met CVI, is er 1 uitzondering gemaakt bij de inclusiecriteria, het inclusiecriteria dat een artikel binnen de afgelopen 10 jaar gepubliceerd moet zijn. Deze uitzondering geldt voor de volgende artikelen: (Kan & Delis, 2001; Yang, Vandongen, & Stacey, 1999). Daarnaast is het onduidelijk uit welk jaar het artikel van (Yang D. , Vandongen, Sakko, & Stacey, u.k.) afkomstig is. Het zou kunnen dat er de afgelopen jaren meer inzichten zijn gekomen binnen de behandeling van CVI. Waardoor de recentere studies hier rekening mee hebben kunnen houden en hun therapie hierop aan hebben kunnen aanpassen. Wat kan betekenen dat de studies die >10 jaar gepubliceerd zijn, minder betrouwbaar zijn.

De geïncludeerde artikelen zijn getoetst aan de hand van een best-evidence synthese. Deze synthese toetst hoe sterk het bewijs is voor de in de literatuur gebruikte interventie. Deze studie maakt gebruik van de criteria beschreven door Van Tulder. (zie tabel 2.)

De aanbevelingen die gedaan kunnen worden ten aanzien van deze discussiepunten zijn:
Er moet meer onderzoek gedaan worden naar de effecten van krachttraining van de kuitmusculatuur bij mensen met een CVI met een lagere CEAP-classificatie (CEAP 1, 2 of 3). Zodat er in een vroeg stadium al preventief behandeld kan worden. CVI komt veel voor met vaak een lang traject aan klachten. CVI Patiënten zullen gebaat zijn bij een preventieve behandeling of een behandeling die de klachten doet reduceren.
Daarnaast moet er meer onderzoek komen naar de effecten van het volgen van een krachttrainingsprogramma over een langer traject. (Padberg, Johnston, & Sisto, 2004) hebben als enige de effecten van het volgen van trainingsprogramma over een langere termijn beschreven. Om een valide uitspraak te doen over de effecten van krachttraining over een langer traject, moet er meer over gepubliceerd worden.
Er moet ook meer onderzoek komen naar de effecten van alleen het volgen van een krachttraining zonder compressietherapie op de effecten van de hemodynamiek van de OE. Om zo te kunnen bepalen of de krachttraining alleen voldoende resultaat biedt t.o.v. de hemodynamiek of dat compressietherapie geïmplementeerd moet blijven binnen de behandeling van CVI.

CONCLUSIE

Naar aanleiding van de probleemstelling genoemd in de inleiding, zal er geprobeerd worden om met de gevonden resultaten de vraagstelling te beantwoorden.

Vraagstelling:

Wat is het effect van het volgen van een krachttrainingsprogramma gericht op het versterken van de kuitmusculatuur als maat voor de werking van de kuitspierpomp om de hemodynamiek van de OE te bevorderen en zo indirect de gevolgen van CVI te verminderen.

Beantwoording:

Er is sterk bewijs dat krachttraining van de kuitmusculatuur effect heeft op hemodynamiek met de EF en RF als uitkomstmaat. De resultaten suggereren dat de EF en het RF zijn geassocieerd met de sterkte van de kuitmusculatuur als maat voor de kuitspierpomp.

Daarnaast valt er uit de resultaten op te maken dat er gering bewijs is dat krachttraining van de kuitmusculatuur effect heeft op hemodynamiek met het EV als uitkomstmaat.

Gezien de verdere resultaten blijken er aanwijzingen te zijn dat krachttraining van de kuitmusculatuur effect kan hebben op de hemodynamiek met als uitkomstmaat het VV.

Ook valt er te concluderen dat er onvoldoende bewijs is dat krachttraining van de kuitmusculatuur effect heeft op de hemodynamiek met als uitkomstmaten het RV en het VFI.

Deze conclusies zijn tot stand gekomen aan de hand van de criteria die zijn beschreven door Van Tulder.

LITERATUURLIJST

1. *aci medical*. (2011, 01, 11). Opgeroepen op 04 16, 2014, van APG ® Air Plethysmograph The Gold Standard of Venous Diagnostics: <http://acimedical.com/wp-content/uploads/2012/10/APG-advanced-course-v2.pdf>
2. Agu, O., Baker, D., & Seifalian, A. M. (2004). Effect of Graduated Compression Stockings on Limb Oxygenation and Venous Function during exercise in Patients with Venous Insufficiency. *vascular* , 69-76.
3. Beebe-Dimmer, J. L., Pfeifer, J. R., Engle, J. S., & Schottenfeld, D. (2005). The epidemiology of chronic venous insufficiency and varicose veins. *Annals of Epidemiology* , 175-184.
4. Bergan, J. J., & Sparks, S. R. (2000). Non-elastic Compression: An Alternative in Management of Chronic Venous Insufficiency. *JWOCN* , 83-89.
5. Eberhardt, R. T., & Raffetto, J. D. (2005). Chronic Venous Insufficiency. *Circulation* , 2398-2409.
6. Groot, D. A., & Toonstra, D. J. (2012). *Dermatologie en venerologie in de praktijk*. Den Haag: Boom Lemma uitgevers.
7. Hof, N. V., Balak, F., Apeldoorn, L., Nooijer, H. D., Dubois, V. V., & Korten Hof, N. V.-v. (2010). NHG-Standaard Ulcus cruris venosum. *Huisarts wet* , 321-33.
8. Ibegbuna, V., Delis, K. T., Nicolaides, A. N., & Aina, O. (2003). Effect of elastic compression stockings on venous. *Journal of vascular surgery* .
9. Ibegbuna, V., Delis, K., Nicolaides, A., & Aina, O. (2003). Effect of elastic compression stockings on venous hemodynamics during walking. *Journal of vascular surgery* , 420-5.
10. Jull, A., Parag, V., Walker, N., Maddison, R., Kerse, N., & Johns, T. (2009). Home-based progressive resistance exercises for venous leg ulcers. *Journal of wound care* , 497-503.
11. Kan, Y. M., & Delis, K. T. (2001). hemodynamic effects of supervised calf muscle exercise in patients with venous leg ulceration. *American Medical Association* .
12. Monolney, M., Lyons, G., Egan, M., FWallis, Burke, P., Kavanagh, E., et al. (2007). Does size matter? The impact of calf muscle volume on venous return in patients with venous leg ulcers. *Phlebology* , 65-69.
13. Morree, J. d., Jongert, M., & Poel, G. v. (2006). *inspanningsfysiologie oefentherapie en training*. Houten : Bohn Stafieu van Loghum.
14. Neumann, p. d. (2011). *Handboek flebologie diagnostiek en behandeling van veneuze ziekten*. Houten: Prelum uitgevers.
15. Nicolaides, A. (2000). Investigation of Chronic Venous Insufficiency: A Consensus Statement. *Circulation* , 126-63.
16. O'Brien, j., Edwards, H., Stewart, I., & Gibbs, H. (2013). A home-based progressive exercise programme for patients with venous leg ulcers: a feasibility study. *International wound journal* , 10:389-396.
17. Orsted, H. L., Radke, L., & Gorst, R. (2001). The Impact of Musculoskeletal Changes on the Dynamics of the Calf Muscle Pump. *Ostomy/Wound Management* , 18-24.
18. Padberg, F. T., Johnston, M. V., & Sisto, S. A. (2004). Structured exercise improves calf muscle pump function in chronic venous insufficiency. *Journal of vascular surgery* , 79-87.
19. Tulder, M. v., Furlan, A., Bombardier, C., & Bouter, L. (2003). Updated method guidelines for systematic reviews in the cochrane collaboration back review group. *Spine* , 1290-9.
20. Uden, C. v., Vleuten, C. v., Kooloos, J., Haenen, J., & Wollersheim, H. (2005). Gait and calf muscle endurance in patients with. *clinical rehabilitation* , 339-344.
21. Veraart, J. (2002). stand van zaken, chronische veneuze insufficiëntie. *Nederlands tijdschrift voor geneeskunde* , 199-203.
22. Yang, D., Vandongen, Y. K., & Stacey, M. C. (1999). Effect of exercise on calf muscle pump function in patients with chronic venous disease. *British Journal of Surgery* , 338-341.
23. Yang, D., Vandongen, Y. K., Sakko, P., & Stacey, M. (u.k.). effect of exercise on calf muscle pump function in patients with chronic venous disease. *u.k.* , u.k.

24. Zajkowski, P., Proctor, M., Wakefield, T., Bloom, J., Blessing, B., & Greenfield, L. (2002). Compression stockings and venous function. *Arch surgery* , 1064-1068.

BIJLAGE 1. CEAP-classificatie

Clinical Classificatie		
Class 0	(C ₀)	Geen zichtbare of palpabele veneuze afwijkingen
Class 1	(C ₁)	Besenreiser of reticulair venen
Class 2	(C ₂)	Spataderen overig (middelgroot, groot, zijtak, stam)
Class 3	(C ₃)	Oedeem zonder verdere huidveranderingen
Class 4	(C ₄)	Tekenen van veneuze insufficiëntie (hyperpigmentatie, hyperkeratose, stasis dermatitis, etc.)
Class 5	(C ₅)	Tekenen van veneuze insufficiëntie, en litteken van genezen ulceratie
Class 6	(C ₆)	Tekenen van veneuze insufficiëntie, en op dit moment een ulcus
Etiologische Classificatie		
Congenitaal	(E _C)	(Aanleg voor) veneuze insufficiëntie vanaf de geboorte
Primair	(E _P)	Oorzaak veneuze insufficiëntie onbekend
Secundair	(E _S)	Oorzaak veneuze insufficiëntie bekend (na trombose, trauma, zwangerschap, etc.)
Anatomische Localisatie		
Oppervl. Venen (A _{S1-5})		
	1 Besenreiser / reticulair venen	VV perforantes (A _{P17-19})
	2 Vena Saphena Magna - boven de knie	17 Dijkbeen
	3 Vena Saphena Magna - onder de knie	18 Onderbeen
	4 Vena Saphena Parva	
	5 Overige (grotere) venen	
Diepe Venen (A _{D6-16})		
	6 Vena cava inferior	Pathofysiologische Classificatie
	7 Vena iliaca communis	(P _R) Reflux
	8 Vena iliaca interna	(P _D) Obstructie
	9 Vena iliaca externa	(P _{R,D}) Reflux and obstruction
	10 Bekkenvenen	
	11 Vena femoralis communis	
	12 Vena femoralis profunda	
	13 Vena femoralis (superficialis)	
	14 Vena poplitea	
	15 V. tibialis (anterior, posterior, peroneus)	
	16 Venae gastrocnemius, soleus, overige	

BIJLAGE 2. Appendix 1 protocol

APPENDIX

Exercise protocol

Stage 1: seated heel-rises (both legs)

- 10 × 3 sets three times per day everyday
- 15 × 3 sets three times per day everyday
- 20 × 3 sets three times per day everyday
- 25 × 3 sets three times per day everyday

Stage 2: standing heel-rises (both legs)

- 10 × 3 sets three times per day everyday
- 15 × 3 sets three times per day everyday
- 20 × 3 sets three times per day everyday
- 25 × 3 sets three times per day everyday

Stage 3: one-legged heel-rises

- 10 × 3 sets three times per day everyday
- 15 × 3 sets three times per day everyday
- 20 × 3 sets three times per day everyday
- 25 × 3 sets three times per day everyday

BIJLAGE 3. PEDro scores van de geïncludeerde studies.

Items	Omschrijving (Jull, Parag, Walker, Maddison, Kerse, & Johns, 2009)	
1	Zijn de in- en exclusiecriteria duidelijk beschreven?	ja
2	Zijn de patiënten random toegewezen aan de groepen?	1
3	Is de blindingprocedure van de randomisatie gewaarborgd? (concealed allocation)	1
4	Zijn de groepen wat betreft belangrijkste prognostische indicatoren vergelijkbaar?	1
5	Zijn de patiënten geblindeerd?	1
6	Zijn de therapeuten geblindeerd?	0
7	Zijn de beoordelaars geblindeerd voor ten minste 1 primaire uitkomstmaat?	0
8	Wordt er ten minste 1 primaire uitkomstmaat gemeten bij > 85% van de geïncludeerde patiënten?	1
9	Ontvingen alle patiënten de toegewezen experimentele of controlebehandeling of is er een intention-to-treat analyse uitgevoerd?	1
10	Is van ten minste 1 primaire uitkomstmaat de statistische vergelijking tussen de groepen gerapporteerd?	1
11	Is van ten minste 1 primaire uitkomstmaat zowel puntschattingen als spreidingsmaten gepresenteerd?	1
Totaal score		8

Items	Omschrijving (Kan & Delis, 2001)	
1	Zijn de in- en exclusiecriteria duidelijk beschreven?	ja
2	Zijn de patiënten random toegewezen aan de groepen?	0
3	Is de blindingprocedure van de randomisatie gewaarborgd? (concealed allocation)	0
4	Zijn de groepen wat betreft belangrijkste prognostische indicatoren vergelijkbaar?	1
5	Zijn de patiënten geblindeerd?	0
6	Zijn de therapeuten geblindeerd?	0
7	Zijn de beoordelaars geblindeerd voor ten minste 1 primaire uitkomstmaat?	1
8	Wordt er ten minste 1 primaire uitkomstmaat gemeten bij > 85% van de geïncludeerde patiënten?	1
9	Ontvingen alle patiënten de toegewezen experimentele of controlebehandeling of is er een intention-to-treat analyse uitgevoerd?	1
10	Is van ten minste 1 primaire uitkomstmaat de statistische vergelijking tussen de groepen gerapporteerd?	1
11	Is van ten minste 1 primaire uitkomstmaat zowel puntschattingen als spreidingsmaten gepresenteerd?	1
Totaal score		6

Items	Omschrijving (O'Brien, Edwards, Stewart, & Gibbs, 2013)	
1	Zijn de in- en exclusiecriteria duidelijk beschreven?	ja
2	Zijn de patiënten random toegewezen aan de groepen?	1
3	Is de blindingprocedure van de randomisatie gewaarborgd? (concealed allocation)	1
4	Zijn de groepen wat betreft belangrijkste prognostische indicatoren vergelijkbaar?	1
5	Zijn de patiënten geblindeerd?	1
6	Zijn de therapeuten geblindeerd?	0
7	Zijn de beoordelaars geblindeerd voor ten minste 1 primaire uitkomstmaat?	1
8	Wordt er ten minste 1 primaire uitkomstmaat gemeten bij > 85% van de geïncludeerde patiënten?	0
9	Ontvingen alle patiënten de toegewezen experimentele of controlebehandeling of is er een intention-to-treat analyse uitgevoerd?	1
10	Is van ten minste 1 primaire uitkomstmaat de statistische vergelijking tussen de groepen gerapporteerd?	1
11	Is van ten minste 1 primaire uitkomstmaat zowel puntschattingen als spreidingsmaten gepresenteerd?	1
Totaal score		8

Items	Omschrijving (Padberg, Johnston, & Sisto, 2004)	
1	Zijn de in- en exclusiecriteria duidelijk beschreven?	ja
2	Zijn de patiënten random toegewezen aan de groepen?	1
3	Is de blindingprocedure van de randomisatie gewaarborgd? (concealed allocation)	0
4	Zijn de groepen wat betreft belangrijkste prognostische indicatoren vergelijkbaar?	1
5	Zijn de patiënten geblindeerd?	0
6	Zijn de therapeuten geblindeerd?	0
7	Zijn de beoordelaars geblindeerd voor ten minste 1 primaire uitkomstmaat?	0
8	Wordt er ten minste 1 primaire uitkomstmaat gemeten bij > 85% van de geïncludeerde patiënten?	1
9	Ontvingen alle patiënten de toegewezen experimentele of controlebehandeling of is er een intention-to-treat analyse uitgevoerd?	1
10	Is van ten minste 1 primaire uitkomstmaat de statistische vergelijking tussen de groepen gerapporteerd?	1
11	Is van ten minste 1 primaire uitkomstmaat zowel puntschattingen als spreidingsmaten gepresenteerd?	1
Totaal score		6

Items	Omschrijving (Yang, Vandongen, & Stacey, 1999)	
1	Zijn de in- en exclusiecriteria duidelijk beschreven?	ja
2	Zijn de patiënten random toegewezen aan de groepen?	0
3	Is de blindingprocedure van de randomisatie gewaarborgd? (concealed allocation)	0
4	Zijn de groepen wat betreft belangrijkste prognostische indicatoren vergelijkbaar?	0
5	Zijn de patiënten geblindeerd?	0
6	Zijn de therapeuten geblindeerd?	0
7	Zijn de beoordelaars geblindeerd voor ten minste 1 primaire uitkomstmaat?	0
8	Wordt er ten minste 1 primaire uitkomstmaat gemeten bij > 85% van de geïnccludeerde patiënten?	1
9	Ontvingen alle patiënten de toegewezen experimentele of controlebehandeling of is er een intention-to-treat analyse uitgevoerd?	1
10	Is van ten minste 1 primaire uitkomstmaat de statistische vergelijking tussen de groepen gerapporteerd?	0
11	Is van ten minste 1 primaire uitkomstmaat zowel puntschattingen als spreidingsmaten gepresenteerd?	1
Totaal score		3

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