

Veroorzaken ontstekingen in de voet verhoogde veneuze afvoer rond het enkelgewricht?

Een onderzoek met Duplex Ultrasound

A.R.Voorhorst

Deze pilot is een onderdeel van de opleiding *Advanced Practitioner MSU Voet en Enkel*, gegeven op Hogeschool Inholland Haarlem, en kwam tot stand zonder belangenconflict en zonder financiële ondersteuning van derden.

De gebruikte afbeeldingen in dit onderzoek dienen het onderzoek en het betoog maar zijn nooit als illustraties bedoeld. De schrijver beroept zich hierbij op het beeldcitaatrecht.

Zwolle, augustus 2013.

Samenvatting

In deze pilot wordt empirisch getoetst of ontstekingen in de voet, die met Duplex Ultrasound worden herkend als hypervascularisatie, aanleiding kunnen geven tot zichtbaar verhoogde doorstroming in een aantal venen rondom het enkelgewricht. Literatuurstudie geeft inzicht in de huidige stand van zaken betreffende de kennis van de veneuze anatomie en verklaart waarom de metingen gedaan worden ter hoogte van drie key points rond de enkel. In de conclusie komt naar voren dat er een goede aanwijzing is voor de onderzochte relatie tussen ontstekingen en toegenomen veneuze flow. Tevens wordt het belang van de plantaire musculatuur benadrukt in relatie met de veneuze drainage van de voet. Podologen en podotherapeuten kunnen hier rekening mee houden als zij zoolverstijvingen en afwikkelbalken willen aanbrengen in het schoeisel van patiënten met risico op veneuze trombose.

Summary

The goal of this pilot is to empirically investigate if the inflammations in feet, which are recognized as areas of hypervascularisation in Duplex Ultrasound, can show significant higher blood flow in some veins around the ankle joint. Recent studies of literature regarding venous anatomy will explain the measurements and the choice of the three key points at the ankle joint. Our conclusion is that we found suggestive evidence for the relation between inflammation and higher venous blood flow around the ankle. Furthermore, we will discuss the relation regarding the plantar musculature and the venous drainage of the foot. Podiatrists need to identify this relation when they apply sole stiffeners and rocker soles to the footwear of patients and keep in mind the risk of venous thrombosis.

Inhoudsopgave

1. Inleiding

Aanleiding: 2

Relevantie van het onderzoek: 2

Keuze van het onderzoek: 2

Ontstekingen en veneuze flow: 3

2. Anatomie

Anatomie: 4

Geschiedenis: 4

Conclusie veneuze anatomie: 8

3. Opzet onderzoek

Opzet van het onderzoek: 9

Apparatuur: 11

4. Onderzoek en conclusie

Controlegroep: 10

Onderzoek: 10

De uitkomst van een onderzoek in woorden: 10

Conclusie: 11

5. Discussie, aanbevelingen en serendipiteit

Discussie: 12

Aanbevelingen: 12

Serendipiteit: 12

Over de auteur 13

Referenties 13

Bijlage: onderzoeksformulieren

1. Inleiding

Aanleiding: De veronderstelling dat ontstekingen in de voet een verhoogde veneuze afvoer ten gevolge kunnen hebben is wellicht nieuw. Literatuur die over deze relatie handelt, werd in zoekrobots als PubMed en Cochrane Library niet aangetroffen. Bij de onderzoeken van voet en enkel, die (in de B-modus en met

Duplex Ultrasound) door de auteur werden uitgevoerd tijdens het Triageproject Voet en Enkel in Meppel*, werden standaard drie key points rond de enkel in de beoordeling betrokken (de A. tibialis posterior, A. tibialis anterior en de A. fibularis samen met de begeleidende venen). De kwaliteit van de doorbloeding van voet en enkel kan een doorslaggevende factor zijn om al dan niet tot operatie over te gaan en kan de prognose van postchirurgisch herstel te beïnvloeden [ARV]. Daarnaast speelt de doorbloeding een rol bij het aanmeten van inlays.^{16,17,18}

Tijdens het Triageproject Voet en Enkel drong de vraag zich op of er wellicht een relatie bestaat tussen lokale ontstekingen in de voet en verhoogde veneuze afvoer rond het enkelgewricht. In eerste instantie is dit een voor de hand liggende gedachte maar hierover blijkt weinig bekend te zijn. In dit onderzoek met Duplex Ultrasound wordt het veronderstelde verband empirisch getoetst.

Relevantie van het onderzoek: Als er inderdaad een relatie wordt gevonden is dat een reden om daarnaar grootschaliger onderzoek te doen. Een verhoogde veneuze afvoer zou indicatief kunnen zijn voor ontstekingen elders, waarmee de kans op het stellen van een correcte diagnose met echo-onderzoek wordt vergroot.

Keuze van het onderzoek: De bepaling van de kwantiteit van de veneuze flow en het bepalen van de mate van ontsteking in

*Triageproject Voet en Enkel in Meppel: Op meerdere locaties in Nederland werd onderzocht in hoeverre de samenwerking van een echograferende podoloog met een orthooped tot kostenbesparingen kan leiden in de gezondheidszorg. Dit project liep van november 2012 tot en met juni 2013 en werd gefinancierd door Achmea/Agis.

gewrichten kan slechts ‘semi-kwantitatief’ uitgevoerd worden.¹ Dat betekent dat van betrouwbaar kwantitatief meten nog geen sprake is met Duplex Ultrasound. Een poging tot het bepalen van het volume van verplaatst bloed per tijdseenheid kan gedaan worden door de diameter te meten van een bloedvat en die verrekenen met de bloedsnelheid. De kans op meetfouten, die een belangrijke invloed hebben op de hoeveelheid gemeten bloed, is echter groot. Niettemin is Duplex Ultrasound de ‘referentie standaard’ geworden bij het onderzoek naar de bloedvaten in de onderste extremiteit.² Óf er veneuze flow bestaat in de normale fysiologische situatie is vrijwel altijd te constateren; het kwantificeren daarvan is echter problematisch. Kwantitatieve metingen die als absoluut worden gepresenteerd moeten vanwege de kans op meetfouten daarom met argwaan bekeken worden [ARV]. In deze pilot is gekozen voor kwalitatief onderzoek, waarin observaties worden verricht naar de doorbloedingsactiviteit bij ontstekingen en naar de veneuze afvoer rond de enkelgewrichten. Kwalitatief onderzoek is niet per se inferieur aan het kwantitatieve onderzoek waarin immers ‘harde cijfers’ worden gepresenteerd; want:

‘Kwalitatieve methoden doen de laatste jaren in het medisch-wetenschappelijk onderzoek en het gezondheidszorgonderzoek steeds meer opgeld. Grote medische tijdschriften als de Lancet, Jama en British Medical Journal publiceren in toenemende mate rapportages van kwalitatief onderzoek [...] in tegenstelling tot kwantitatief onderzoek worden bij kwalitatief onderzoek relatief weinig mensen onderzocht, is de informatieverzameling open en flexibel en werkt de analyse met de alledaagse taal...’⁹

In het algemeen zijn zorgen om het meer subjectieve karakter van het kwalitatieve

onderzoek op zijn plaats, al moet men zich realiseren dat iedere vorm van onderzoek subjectieve elementen in zich draagt [ARV].

Ontstekingen en veneuze flow: In 2005 maakt het Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde melding van het zichtbaar maken van artritis, tenosynovitis en enthesitis met kleurendoppler en/of met powerdoppler, waarbij er een verband is tussen de intensiteit van het beeldsignaal en de mate van artritis.¹ Celschade activeert de ontstekingscascade; als er ontstekingsactiviteit zichtbaar gemaakt kan worden, wordt celschade verondersteld. Verhoogde activiteit van het beeldsignaal staat voor lokaal toegenomen doorbloeding in een poging van het lichaam de celschade op te ruimen. Men spreekt dan van hypervascularisatie of hyperaemie. Kennis van de anatomie ter plaatse is een voorwaarde voor correcte diagnostiek omdat normale doorbloedingsactiviteit van kleine arteriën makkelijk aangezien kan worden voor pathologie [A.R.V.].

Hoe de apparatuur precies ingesteld wordt voor het beste beeldresultaat valt buiten het kader van deze pilot, daarvoor raadpleegt men bijvoorbeeld: *Teaching Manual of Color Duplex Sonography en Vasculair Ultrasound How, Why and When.*^{6,12} Fraaie voorbeelden van hypervascularisatie vindt men op de website van T.S.A. Geertsma, radioloog in het Ziekenhuis Gelderse Vallei (Ede/Netherlands).⁴ Voor de instellingen ten behoeve van het optimaal zichtbaar maken van veneuze flow wordt ook verwezen naar bovenstaande literatuur.

Het veneuze systeem acteert als lage-weerstandsvat met een veel grotere inhoud dan het arteriële systeem. Het speelt een grote rol bij de thermoregulatie van het lichaam (vooral het oppervlakkige systeem

in de extremiteiten) en bij het regelen van de hoeveelheid bloed die het hart verlaat (cardiac output). De veneuze terugstroom van bloed staat onder invloed van de ademhaling, de hartcyclus en veranderingen in de lichaamshouding.¹³

De terugstroom van veneus bloed onder invloed van de hartcyclus, wordt normaliter in de distale delen van de extremiteiten niet waargenomen met echografie.¹⁴ Het ademritme is in de grotere vaten van de extremiteiten wel duidelijk zichtbaar te maken, net als veranderingen veroorzaakt door de lichaamshouding. Als een persoon rechtop staat bedraagt de hydrostatische druk tussen hart en enkel afhankelijk van de lichaamslengte ongeveer 80-100 mmHg. Verondersteld wordt dat deze druk in liggende positie 0 mmHg bedraagt.¹⁵ Vandaar dat de flowmetingen van de enkelvenen in deze pilot ook uitgevoerd worden in die positie. De drukgradiënt die door veneus bloed overwonnen moet worden op weg naar het hart is in die houding immers het kleinst. Verhoogd *arterieel* bloedaanbod zorgt voor een verhoging van de drukgradiënt over het capillaire netwerk en daarmee voor toename van het veneuze bloedaanbod.

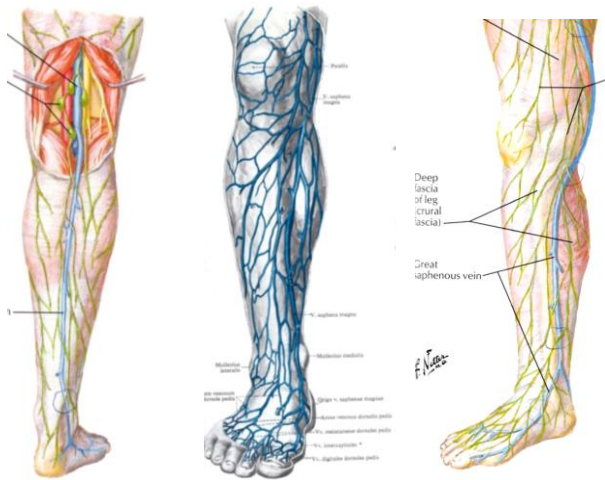
2. Anatomie

Anatomie: Het anatomisch verloop van de venen in de voet en de functie van de veneuze voetspomp is lang onderwerp van studie geweest. Voor deze pilot is het van belang een duidelijk beeld te krijgen van het exacte verloop van de veneuze afvoer in de voet om te bepalen waar kwalitatieve metingen rond het enkelgewricht moeten plaatsvinden. Indien men de veel geraadpleegde anatomieatlassen van Netter en Spalteholz-Spanner^{8,11} erop naslaat

wordt al snel de indruk gewekt dat er hier sprake is van een relatief eenvoudig systeem dat bestaat uit een oppervlakkig - onder de huid in het vetweefsel - gelegen netwerk van vaten dat het veneuze bloed draineert via perforerende venen naar het zogenaamde diepe systeem, waar de spieren door contractie het bloed craniaalwaarts persen. De terugloop van bloed naar distaal (reflux) wordt tegengegaan door kleppen die in het been craniaalwaarts gericht staan.

De anatomieatlassen laten ook het verloop zien van de Vena Saphena Parva (VSP) en de Vena Saphena Magna (VSM) en hun craniaal gelegen connecties met het diepe systeem. De óorsprong van deze venen is echter in de vrije ruimte getekend, distaal op de voet, zonder dat de connecties met het diepe systeem zichtbaar worden gemaakt (Figuur 1). In werkelijkheid blijkt het veneuze drainagesysteem een complex systeem van communicerende vaten te zijn waarvan de precieze werking nog niet is opgehelderd maar waarover wel een plausibele hypothese is opgesteld.^{16,17,18} Verder onderzoek hiernaar is gewenst, met name omdat een goed functionerende voetspomp in relatie wordt gebracht met de statiek van de voet.^{16,17,18}

Geschiedenis: Bestudering vanaf 1861 tot 2010 leert dat het venenverloop in de voet bestaat uit een complexe samenhang van grotere en kleinere vaten die hun inhoud craniaalwaarts verplaatsen door aanspannen van de diepe plantaire voetspomp. Serieus onderzoek naar het anatomisch verloop en de functie van de venen in de voet neemt een aanvang in 1861 met *Sucquet* die ‘kanalen’ waarneemt in gebieden die - in de voet en in de hand -



Figuur 1 Links: afbeelding van het verloop van de VSP.⁸ De crosse (verbinding met de V. poplitea) is zichtbaar; naar de origo van de vene moeten we hier raden maar is gelegen in de eerste intermetatarsale ruimte (afbeelding afkomstig uit Netter, plaat 473). Midden: afbeelding van de VSM¹¹, er zijn aftakkingen te zien in de eerste intermetatarsale ruimte, niet duidelijk wordt dat dáár de verbinding tot stand komt met het diepe veneuze systeem (afbeelding afkomstig uit Spalteholz-Spanner, bladzij 111). Rechts: nog een afbeelding van het verloop van de VSM⁸; ook hier wordt de kijker in het ongewisse gelaten over de origo van de vene (afbeelding afkomstig uit Netter, plaat 473).

onder hoge druk staan. In 1885 laat *Bourceret* zien dat er een subtiel vormgegeven plexus van venen bestaat in en onder de huid van de voetzool, die via perforerende venen hun bloed afvoeren op het mediale en laterale diepe systeem. In 1889 komen *W. Braune* en *P. Muller* met de observatie van de veneuze boog op de voetrug en zij onderschrijven de bevindingen van *Bourceret*.¹⁷

In 'Les veines de la plante du pied' beschrijft chirurg *Felix Lejars* in 1890 over een plantair gelegen pompsysteem dat het veneuze bloed naar craniaal transporteert door intermitterende druk op de voetzool, veroorzaakt tijdens het lopen.¹³ De grote plantaire oppervlakkige aders die *Lejars* vond (Figuur 2) waren naar later bleek

echter het resultaat van een verkeerde injectietechniek (onder te hoge druk injecteren van arteriën).¹⁷

Daarna lijkt het een hele tijd stil te blijven totdat *A.M. Gardner* en *R.H. Fox* in 1992 de veronderstelling poneren dat tijdens de afwikkeling van de voet, in eerste instantie de distale venen in het onderbeen gecompriemd worden, daarna de mediale en laterale venen in de voet en vervolgens de venen gelegen in het proximale deel van de kuit. Er wordt gesproken over een distale kuitpomp, een voetpomp en een proximale kuitpomp die achtereenvolgens geactiveerd worden.¹⁷ In 1994 maakt *J.H. Scurr* melding van het volume bloed dat tijdens contractie van de voetspieren wordt getransporteerd (20-30 ml).¹⁶ Pas in 2009 melden *J-F. Uhl* en *C. Gillot* - in hun bekroonde abstract heel gedetailleerd het anatomisch verloop van de voetvenen, door de venen van 200(!) menselijke kadavers eerst te draineren en vervolgens in te spuiten met gekleurde latex.

Aangetoond kon worden dat de zogenaamde 'Lejars-voet' slechts opgewekt kon worden door kunstmatig ernstige veneuze stasis te veroorzaken gecombineerd met 'reflux' (de druk door inspuiting wordt dusdanig hoog opgevoerd dat de kleppen niet meer sluiten). Verder bleek dat de venen die het oppervlakkige systeem met het diepe verbinden veelal zijn toegerust met kleppen om terugloop vanuit het diepe systeem tegen te gaan.¹⁷

De conclusie ten aanzien van de anatomie in hun grootschalig opgezet onderzoek is onder andere dat het Lejars-concept foutief is; de venen in de voetzool hebben dus niet de - sinds decennia - veronderstelde reservoirfunctie:

‘...the true blood venous reservoir of the foot is located deeply in the plantar veins, between the plantar muscles...the plantar veins play an important role in the physiology of the venous return since a venous reservoir of 25 ml. of blood is mobilized upwards with each step during walking.’¹⁷

De schrijvers concluderen tevens:

‘This anatomical study confirms that the plantar venous pump is an undeniable reality; it is located deeply between the plantar muscles in the plantar veins.’

Voor deze pilot is voorts van belang dat de drainage van het veneuze (plantaire) bloed plaatsvindt via de mediale en laterale plantaire venen (vooral de laterale) die uitmonden op de ‘calcaneal crossroad’ en verder naar boven in de twee venen die de A. tibialis posterior begeleiden en ook in de venen naast de A. tibialis anterior en in de VSM.

Het drainagetraject van de voetzool naar dorsaal wordt fraai geïllustreerd door *Gavin, Corley en Barry* die in 2010 onderzoek deden naar de voetpomp maar merkwaardigerwijs de bevindingen van *Uhl en Gillot* uit 2009/2010 niet vermelden en niet in hun referenties opnemen (Figuur 3). Uitspraken over de precieze werking van de voetpomp worden door *Gavin, Corley en Barry* niet gedaan, wel melden de onderzoekers:

‘Systematic dissections of the plantar aspect of 10 cadaveric feet revealed the presence of a previously unreported secondary deep plantar arch and/or deep connections in the foot. In addition, detailed patterns of doubling and dorsal connections were reported.’³

De werking van de voetpomp mag dan na meer dan 100 jaar onderzoek nog discussie oproepen, duidelijk is wel dat de drainage van de voetzool niet per se verloopt langs vastgelegde paden (Figuur 4). De

hoofdafvoer van plantair veneus bloed gaat niet alleen via de Vv. tibialis posterior maar óók via de Vv. tibialis anterior en de VSM. Voor de drainage op de voetrug ligt het in de lijn der verwachting dat hier hetzelfde geldt: het dorsum van de voet draineert hoofdzakelijk in de Vv. tibialis anterior en de laterale zijde van de voet via de Vv. fibularis en de VSP [ARV].

Bij bovenvermelde studies en het raadplegen van anatomieatlassen krijgt men de stellige indruk dat symmetrie van het veneuze systeem niet bestaat en dat asymmetrische vormgeving van de veneuze plexus de norm is. *McMinn et al.* stellen in hun *Foot and Ankle Anatomy*:

‘Perforating veins are variable in number and position...’⁷

Dit is geheel volgens het principe van de uniciteitsassumptie van *Adolphe Quételet*:

‘in zijn algemeenheid geldt dat symmetrie in de natuur niet voorkomt; er bestaan immers geen twee boombladeren met hetzelfde nervenpatroon, geen twee grassprietten die even groot zijn, zelfs geen twee handtekeningen die identiek zijn.’¹⁹

En:

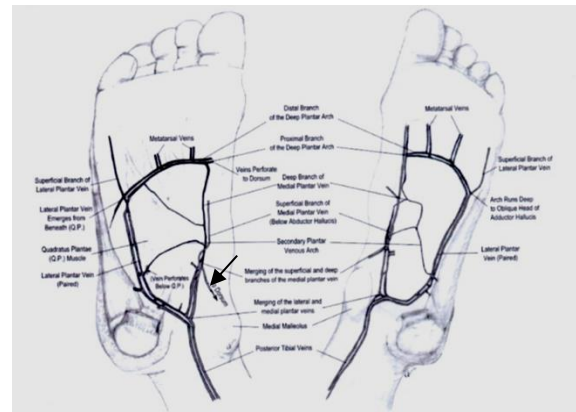
‘Wij mensen vertonen interindividueel veel gelijkenis; we hebben allemaal twee armen en benen en één hoofd, maar bij nadere beschouwing vertonen die onderdelen nogal wat verschillen in bouw en vormgeving. Ook intra-individueel bestaan grote verschillen bijvoorbeeld tussen links en rechts: niemand heeft twee benen die exact even lang zijn, twee polsen die even dik zijn, een symmetrisch gebit of twee nieren die precies even groot zijn....’²⁰

Dit is een axioma om rekening mee te houden want de consequentie ervan is dat we niet zeker weten wélke route het veneuze bloed exact aflegt op de terugweg langs de enkel en verder naar proximaal. Elke richting is in principe mogelijk. Dat

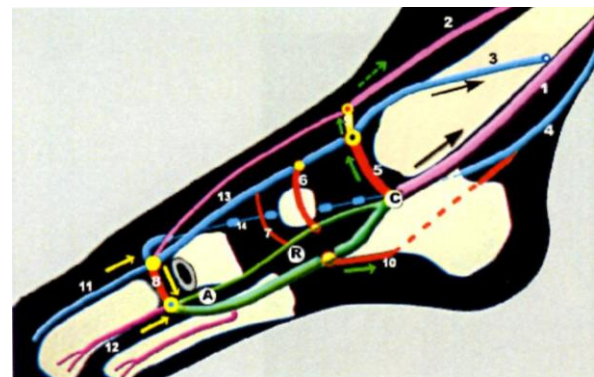
houdt in dat er weliswaar op strategische punten (de key points) gescand kan worden maar dat niet met zekerheid bepaald kan worden uit welke anatomische regio het bloed afkomstig is. Het bloed kan binnen de marges van de anatomische configuratie en de natuurkundige wetten van de stromingsleer zijn route kiezen op de terugweg naar het hart. Bij een en dezelfde persoon hoeft deze route in de linker of rechter voet niet hetzelfde te zijn gezien de grote individuele variatie in de ligging, het aantal venen en de diversiteit van de onderlinge connecties. Bij ieder individu heeft de natuur daarbij gekozen voor het ‘Optimal Design’, een axioma dat wil zeggen dat de natuur te allen tijde de beste oplossing kiest om een voorliggend probleem op te lossen; ons rest bescheidenheid omdat wij de natuur niet kunnen verbeteren maar slechts kunnen



Figuur 2 Links en rechts: ‘Voet van Lejars’: ‘een meer van veneus bloed’. De opgezwollen oppervlakkige veneuze structuren komen in een gezonde voet echter niet voor; ze zijn hier het gevolg van een verkeerde injectietechniek van de onderzoeker (afbeelding afkomstig uit de studie van Uhl en Gillot, 2009).



Figuur 3 Linker en rechter voet van hetzelfde kadaver; merk op dat het venenverloop asymmetrisch ingetekend is. De afvoer naar dorsaal is gemarkeerd met een pijl (afbeelding afkomstig uit de studie van Gavin, Corley en Barry, 2010).



Figuur 4 Het oppervlakkige en diepe venensysteem in de voet van de mediale zijde bezien: 1. Vv. tibialis posterior 2. Vv. tibialis anterior 3. VSM 4. VSP 5. perforerende vene onder de mediale malleolus 6. perforerende vene ter hoogte van het os naviculare 7. perforerende vene ter hoogte van het mediale os cuneiforme 8. perforerende vene uit de eerste intermetatarsale ruimte (oorsprong VSM en VSP) 9. dorsaal perforerende vene (tussen VSM en Vv. tibialis anterior) 10. perforerende vene ter hoogte van het os calcaneus (naar de VSP) 11. dorsaal vene van de hallux 12. venen tussen de intermetatarsalia 13. mediale ‘marginale vene’ (verbinding met de VSM) 14. laterale ‘marginale vene’, dit is een verbinding met de VSP (afbeelding afkomstig uit de studie van Uhl en Gillot; 2009). NB: de gestippelde venen (blauw en rood) bevinden zich aan de laterale zijde van de voet [ARV].

pogen haar te doorgronden. Tenslotte moet in overweging genomen worden dat niet al het veneuze bloed bij de beoordeling betrokken wordt vanwege de vele

collaterale verbindingen met name tussen de oppervlakkige venen.

Conclusie veneuze anatomie: Uhl en Gillot hebben in 2009 een grote stap gezet in hun onderzoek naar het venenverloop en de werking van de veneuze voetpomp, waarbij 200 kadavervoeten werden onderzocht. Er bestaat een oppervlakkig en een diep systeem waarbij nu vrijwel zeker is dat het diepe systeem vooral voor transport zorg draagt. Het oppervlakkige systeem draineert middels perforerende venen - die meestal voorzien zijn van kleppen - op het diepe systeem. De 'Lejars-voet' komt slechts onder pathologische omstandigheden voor en mag daarom niet model staan voor de voetpomp. De origo van de VSP en de VSM moet gezocht worden in de eerste intermetatarsale ruimte ter hoogte van MTP. Het plantaire bloed wordt voor een groot deel afgevoerd via de diep gelegen enkelvenen. Het afgevoerde bloed kan echter ook alternatieve wegen kiezen afhankelijk van de drukgradiënt; een vastgelegde route - per voetregio - is niet gevonden. Een en ander betekent dat, als we willen meten of er inderdaad meer bloed terugstroomt uit een willekeurige voetregio, alle venen in de voet bij het onderzoek betrokken moeten worden. Aangezien dit niet praktisch werkbaar is werd gekozen voor onderzoek ter hoogte van de genoemde key points.

3. Opzet van het onderzoek

Opzet van het onderzoek: Omdat dit onderzoek een experimentele pilot is waarbij het erom gaat de vroegste observaties van de auteur - ten aanzien van verhoogde veneuze flux rond de enkel bij

ontstekingsactiviteit - een systematisch vervolg te geven, kan het aantal te onderzoeken patiënten beperkt blijven tot 6-12 personen.

In een Nederlandse particuliere kliniek waar patiënten met voet- en enkelklachten uit het hele land zich melden voor onderzoek en behandeling, worden door twee docenten echografie van de opleiding 'Practitioner Voet en Enkel' de voeten met klachten onderzocht met ultrasound in de B-modus en met Power Duplex. De patiënten met ontstekingsverschijnselen in een voet worden beoordeeld op een 5-puntsschaal (Figuur 5/bovenste tabel). Ingesloten voor vervolgonderzoek worden patiënten met ontstekingsactiviteit die door beide onderzoekers zijn ingeschaald op 3, 4 of 5. Consensus over 3, 4 of 5 hoeft tussen de onderzoekers niet te bestaan maar een 1 of 2 mag niet gegeven worden wil de patiënt in aanmerking komen voor vervolgonderzoek, omdat de verplaatste hoeveelheid bloed per tijdseenheid dan op voorhand te gering wordt ingeschat om zichtbare flow rond de enkel te produceren.

De uitgangshouding van de patiënt is in langzit op de bank en in rugligging (zie Inleiding: Ontstekingen en veneuze flow). Een voordeel van deze uitgangshoudingen is dat de werking van de plantaire voetpomp is uitgeschakeld¹⁷ en dat de drukgradiënt minimaal is. Craniaalwaartse verplaatsing van veneus bloed kan theoretisch nog plaats vinden door de drukgolven van naastgelegen arteriën, door de aanzuigende werking vanuit centraal bij de uitademing, door fibrillaire contracties van met name de intrinsieke voetmusculatuur, en mogelijk ook door ontstekingen in de voet.

1	2	3	4	5
Niet Zichtbaar	Nauwelijks zichtbaar	Zichtbaar	Goed zichtbaar	Duidelijk zichtbaar

1	2	3	4	5
Geen zichtbare stroming	Nauwelijks zichtbare stroming	Zichtbare stroming	Goed zichtbare stroming	Duidelijk zichtbare stroming

1	2	3	4	5
Geen zichtbaar verschil	Nauwelijks zichtbaar verschil	Zichtbaar verschil	Goed zichtbaar verschil	Duidelijk zichtbaar verschil

Figuur 5 De kwalificatiemogelijkheden voor de mate van ontsteking: zie bovenste tabel. De kwalificatiemogelijkheden voor de veneuze stroming aan de aangedane zijde: zie middelste tabel. De kwalificatiemogelijkheden voor het verschil in veneuze stroming van de contralaterale zijde met de aangedane zijde: zie onderste tabel.

Vervolgens wordt de veneuze stroming van de venen rond de enkel van de aangedane voet beoordeeld en vergeleken met die aan de contralaterale zijde (Figuur 5/middelste en onderste tabel).

Uitgesloten voor vervolgonderzoek: symptomatische klachten in de andere voet; asymptomatische ontstekingsklachten in de andere voet; koorts en fibrillaire contracties (onwillekeurige contracties van de voetmusculatuur).

De venen die beoordeeld worden rond de enkels zijn: Vv. tibialis posterior; Vena Saphena Magna; Vv. tibialis anterior; Vv. fibularis en Vena Saphena Parva.

Apparatuur: Het echografieonderzoek heeft aanvankelijk vanwege de matige intra- en interbeoordelaarsbetrouwbaarheid ter discussie gestaan. De twijfels ten aanzien van de betrouwbaarheid van deze beeldvormende techniek lijken echter steeds meer af te nemen want de echografie heeft in de gezondheidszorg inmiddels een vaste en gewaardeerde plek ingenomen, vooral omdat de kwaliteit van

de apparatuur de laatste jaren is toegenomen [ARV]. Aantrekkelijk geprijsde en tevens goede apparatuur - zoals bijvoorbeeld de portable Logiq-e - kwam in het bereik van medici en paramedici. Hoewel de Logiq-e niet bestempeld kan worden als 'high-end' wordt dit onderzoek uitgevoerd met dit apparaat vanwege de beschikbaarheid, mobile inzetbaarheid, goede beeldkwaliteit en niet in de laatste plaats vanwege de ervaring met de bediening ervan, een belangrijke factor bij reproduceerbaar onderzoek [ARV].

Duplex Ultrasound:

'...has become the investigation of reference in patients with recurrent varicose veins after surgery. It should be thorough, investigate the totality of the different venous networks, and should be carried out following a strict protocol...'⁵

stelt *Jean-Luc Gillet* in zijn onderzoek met 'Duplex ultrasonography' naar spataders die met operatie(s) zijn verholpen (2009) waarbij hij doelt op B-mode ultrasound, Pulsed Duplex Ultrasound en Color Duplex.

4. Onderzoek en conclusie

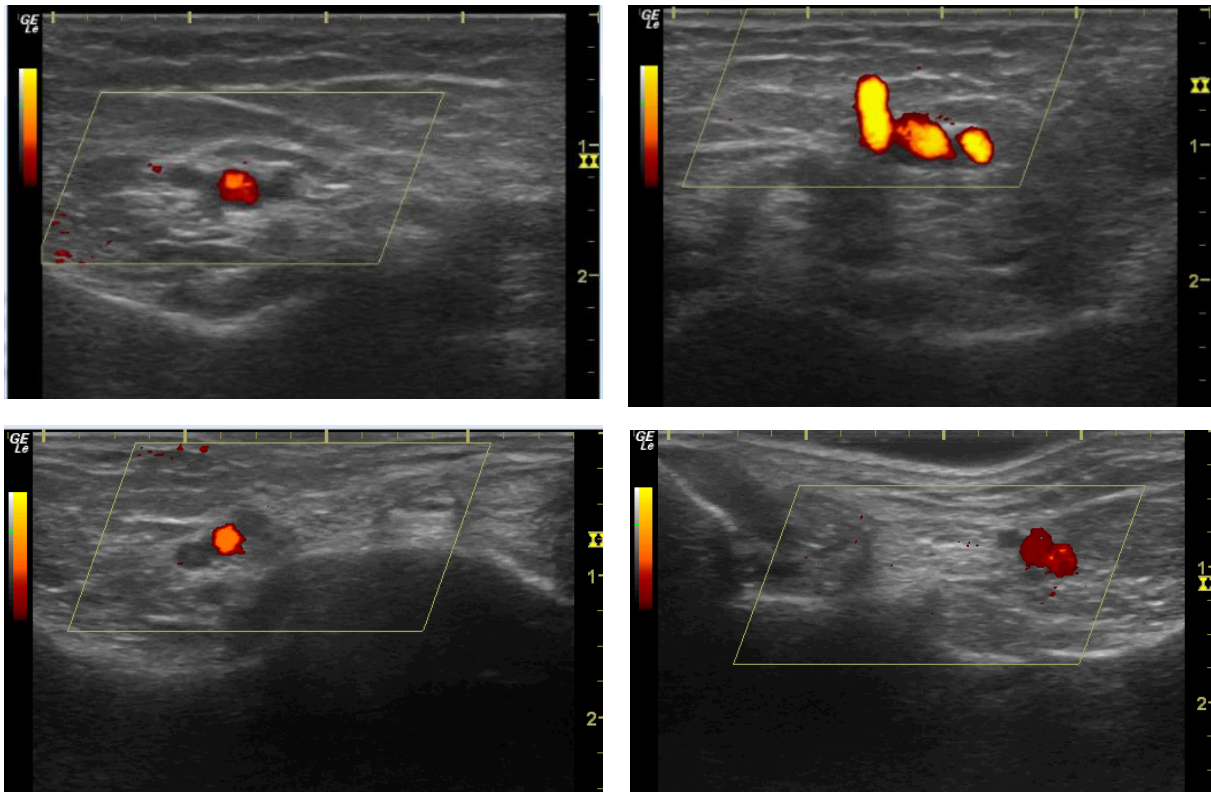
Controlegroep: Voorafgaand aan het onderzoek werd bij 27 personen (N=27) zonder voet- en enkelklachten) de activiteit van de veneuze flow rond de enkels beoordeeld (leeftijd proefpersonen: de jongste 19 jaar en de oudste 46 jaar). In langzit en rugligging blijkt - in de onderzochte groep - dat er bij 26 personen in de rustsituatie geen flow waarneembaar is in de onderzochte venen rond de enkel (met power duplex). Bij één persoon was er in de linker- en rechtervoet wel flow zichtbaar in de begeleidende venen van de A. tibialis posterior; mogelijk werd dit veroorzaakt door (in de B-modus zichtbare) fibrillaire contracties in de M. flexor digitorum brevis. Zeer licht aanspannen van de diepe plantaire voetspieren laat onmiddellijk flow in de begeleidende venen van de A. tibialis posterior en in de VSM zien. Er is bovendien een rechtstreeks verband tussen de kracht van de contractie en de snelheid van craniaalwaarts verplaatst bloed. In de gezonde controlegroep blijkt flow in de onderzochte enkelvenen in zowel langzit als rugligging een uitzondering.

Onderzoek: Tijdens het onderzoek naar ontstekingen werden in totaal 14 patiënten beoordeeld (N=14) waarvan er 9 één of meerdere ontstekingen bleken te hebben die zichtbaar gemaakt konden worden met power duplex. Alle patiënten scoorden een 3 of meer op de kwaliteitsschaal 'ontsteking' en werden ingesloten voor vervolgonderzoek. Eén persoon wilde aan het onderzoek niet deelnemen, zodat er 8 te onderzoeken patiënten overbleven. 6 vrouwen en 2 mannen - de jongste 50 jaar en de oudste 67 jaar oud - hadden ontstekingen in 4 linkervoeten en 4 rechtervoeten, terwijl 1 persoon tijdens het

vervolgonderzoek meldde dat er ook klachten waren in de andere voet.

De ontstekingsklachten waren het gevolg van degeneratieve gewrichtsprocessen in de middenvoeten; één patiënt had voorvoetproblematiek, terwijl een andere patiënt geen klachten meer had nadat deze geopereerd was aan een neuroom in de derde webspace waar echter (nog) wel ontstekingsactiviteit waarneembaar was. Bij 3 van de 8 patiënten was er flow zichtbaar in de begeleidende venen van de A. tibialis posterior. Onder hen was één patiënt waarbij tevens flow zichtbaar was in de VSM en bij één patiënt werd tevens flow waargenomen in de begeleidende venen van de A. fibularis (zie de video stills in Figuur 6). De kwaliteit van de flow werd op de 5-puntsschaal ingeschat op *Goed zichtbare stroming* (N=2) en op *Duidelijk zichtbare stroming* (N=1). Eén patiënt scoorde *Zichtbare stroming* in de VSM, maar het verschil met dezelfde vene aan de andere (klachtenvrije) zijde was *Nauwelijks zichtbaar verschil*. Bij de andere patiënten werd er *Goed zichtbaar verschil* en *Duidelijk zichtbaar verschil* met de andere (klachtenvrije) zijde waargenomen. In de begeleidende venen van de A. tibialis anterior werd bij geen van de patiënten zichtbare flow waargenomen.

De uitkomst van een onderzoek in woorden: 'Veroorzaken ontstekingen in de voet verhoogde veneuze afvoer rond het enkelgewricht?' is de vraagstelling van deze pilot. Hoe kunnen echter de scores op de 5 puntsschaal in woorden worden vertaald naar een zekere mate van waarschijnlijkheid betreffende de onderzoeksvraag? In de traditionele verbale waarschijnlijkheidstermen kent



Figuur 6 Linksboven in langzit op de bank; de niet aangedane zijde. Geen detectie van flow in de Vv. tibialis posterior (video still: A.R. Voorhorst). Rechtsboven in langzit op de bank; de aangedane zijde. Continue flow met relatief hoge snelheid in de Vv. tibialis posterior (video still: A.R. Voorhorst). Linksonder in langzit op de bank; de niet aangedane zijde. Geen detectie van flow in de begeleidende venen van de A. fibularis (video still: A.R. Voorhorst). Rechtsonder in langzit op de bank; de aangedane zijde. Intermittierende flow in een begeleidende vene van de A. fibularis (video still: A.R. Voorhorst).

men diverse schalen. Men kan (zoals dat gebeurt in deze pilot) de volgende schaal gebruiken: **Zeker, Vrijwel zeker, Zeer waarschijnlijk, Goede aanwijzing, Aanwijzing, Mogelijk**²¹

Prof. Dr. A.P.A. Broeders stelt in het boek van *M.J. Sjerps: Het onzekere bewijs* dat het zonder meer gebruik van bovenstaande kwalificaties dikwijls tot misverstanden leidt. Om die te ondervangen is het beter een beknopte uiteenzetting van de problematiek te geven waarin men de verbale waarschijnlijkheidstermen desgewenst verwerkt.¹⁰

Conclusie: De onderzoeksvraag ‘Veroorzaken ontstekingen in de voet verhoogde veneuze afvoer rond het

enkelgewricht?’ kan in zijn algemeenheid niet zonder meer bevestigend worden beantwoord. In deze pilot kwam naar voren dat - ondanks de problematiek van het gebruik van 5-punts kwalificatieschalen - er een ‘Goede aanwijzing’ is dat ontstekingen in de voet verantwoordelijk kunnen zijn voor zichtbare flow in de enkelvenen. Bij 3 van de 8 onderzochte patiënten was dit het geval. Óf er al dan niet veneuze flow waargenomen wordt lijkt in hoge mate afhankelijk van het aantal en de intensiteit van de ontstekingen, waarmee gezegd wil zijn dat er een drempelwaarde overschreden dient te worden voordat detectie met duplex mogelijk wordt.

5. Discussie, aanbevelingen en serendipiteit

Discussie: Om de ontstekingen te kwalificeren werd gebruik gemaakt van een 5-puntsschaal. Deze schaalverdeling bleek onvoldoende nuances aan te kunnen brengen in de mate waarin de ontstekingen werden beoordeeld door de onderzoekers. De onderzoekers zagen géén ontsteking of wél ontsteking, en hadden vervolgens moeite deze onder te brengen op de 5-puntsschaal omdat elke ontsteking als ‘duidelijk zichtbaar’ werd ervaren. De verschillen tussen 2, 3, 4 of 5 op de schaal waren niet groot genoeg. Mogelijk kan dit ondervangen worden door eenzelfde soort schaal te gebruiken maar dan met ontstekingsbeelden, zodat er een visueel referentiekader voor de onderzoekers ter beschikking wordt gesteld.

Opvallend was vervolgens dat tijdens het onderzoek niet duidelijk werd of flow in rugligging beter gedetecteerd wordt dan in langzit. Zowel in langzit als in rugligging werd flow bij drie patiënten waargenomen. Voor het beoordelen van de ontstekingen in de voet is de kwestie langzit of rugligging uiteraard van minder belang omdat er dan gekeken wordt naar flow aan de arteriële zijde van het systeem.

Nu blijkt dat er een ‘Goede aanwijzing’ is dat veneuze flow in de enkelvenen een teken kan zijn voor een ontsteking elders is dat vooralsnog geen reden veneuze flow standaard in het onderzoek naar ontstekingen in de voet te betrekken, daarvoor is de relatie niet krachtig genoeg. Bovendien werd duidelijk dat niet elke ontsteking zich zal melden in de venen rond de enkel omdat er kennelijk eerst een drempelwaarde overschreden dient te worden; dat gebeurt pas indien de

ontsteking groot genoeg is of als er meerdere ontstekingen in één voet tegelijkertijd actief zijn [ARV].

De conclusie van dit onderzoek betekent echter wel dat indien de regio van onderzoeksinteresse tevens de veneuze key points betreft, en er wordt flow aangetroffen, alertheid op zijn plaats is vanwege mogelijke ontstekingen elders in de voet.

Aanbevelingen: Om krachtiger uitspraken te doen naar de onderzoeksuitkomst van deze pilot dient men grotere groepen patiënten te onderzoeken en de 5-puntsschalen kritisch te analyseren, mogelijk dat hier verbeteringen in aangebracht kunnen worden. De apparatuur die werd gebruikt voldeed in voldoende mate. Tenslotte moet vermeld dat het onderzoek naar de kwaliteit van de ontsteking werd gedaan door twee onderzoekers en het vervolgonderzoek door de auteur alleen, een en ander om praktische redenen. Er was namelijk voor het vervolgonderzoek geen tweede onderzoeker beschikbaar die de waarnemingen kon verifiëren.

Serendipiteit: Wat betreft het onderzoek van de literatuur: duidelijk is dat nog niet iedereen het Lejars-concept heeft afgezworen omdat men eenvoudigweg geen weet heeft van het grootschalige onderzoek van Uhl en Gillot. Een uitkomst van dat onderzoek is dat de diepe voetmusculatuur als belangrijkste motor moet worden beschouwd voor de afvoer van veneus bloed. Het oppervlakkige systeem levert ook een bijdrage maar in (veel) mindere mate. Dat heeft consequenties voor het aanmeten van inlays en het aanbrengen van zoolverstijvingen en afwikkelbalken bij

patiënten die een verhoogd risico hebben op trombose. Altijd moeten de tenen de mogelijkheid hebben om te bewegen; participatie bij de voetafwikkeling stimuleert de veneuze afvoer in hoge mate. Daarom kan men tijdens intercontinentale vliegtuigvluchten de risico's op veneuze trombose verminderen door - naast de oefeningen voor enkel en kuit - de tenen nadrukkelijker bij de gepropageerde oefenprogramma's te betrekken, die zijn immers de belangrijkste initiatoren voor de afvoer van veneus bloed uit de voet.

Over de auteur

A.R.Voorhorst (1953) is werkzaam als Fysiotherapeut, Manueeltherapeut, Podoloog en Echografist in een Fysiotherapiepraktijk in het oosten van het land. Naast deze werkzaamheden is hij docent aan de opleiding 'Practitioner MSU Voet en Enkel' en nam deel aan 'Pilot Voetriage', een onderzoek gesubsidieerd door Achmea/Agis (november 2012 tot en met mei 2013).

Referenties

1. Betekenis en rol van echografie voor de reumatoloog. *Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde*. 2005; 30 juli: pagina 1730-1738.
2. Cavezzi A, Benedetto del Tronto S, et al. Duplex Ultrasound Investigation of the Veins in Chronic venous Disease of the Lower Limbs-UIP Consensus Document. Part 2. 2006; *Anatomy. Eur J Vasc Endovasc Surg* 31: 288-99.
3. Gavin J, Corley, Barry J, et al. The Anatomy and the Physiology of the Venous Foot Pump. 2010; *The Anatomical Record* 293: 370-378.
4. Geertsma TSA. <http://www.ultrasoundcases.info/>, laatst geraadpleegd: 10-08-2013.
5. Gillet Jean-Luc. Duplex ultrasonography protocol for investigation of patients presenting with recurrent varicose veins after surgery. 2009; *Phlebology* 64.
6. Hofer Mattias. Teaching Manual of Color Duplex Sonography A Workbook on Duplex Ultrasound and Echocardiography. 2010; Stuttgart Thieme Verlag, third edition: pagina 15.
7. McMinn Robert MH, Hutchings Ralph T, Logan Bari M. Foot & Ankle Anatomy. 1995; Mosby-Wolfe, second edition: 66.
8. Netter Frank H. Atlas of Human Anatomy. 2011; Saunders Elsevier, fifth edition.
9. Netwerk Kwalitatief Onderzoek AMC-UvA. Richtlijnen voor kwaliteitsborging in gezondheids(zorg)onderzoek: Kwalitatief Onderzoek. 2002; Amsterdam.
10. Sjerps, MJ en Coster van Voorhout JA. Het onzekere bewijs Gebruik van statistiek en kansrekening in het strafrecht. 2005; Deventer/Kluwer: 94.
11. Spalteholz W, Spanner R. Handatlas der Anatomie des Menschen. 1970; Scheltema en Holkema N.V. Amsterdam: 111.
12. Thrush A, Hartshorne T. Vasculair Ultrasound How, Why and When. 2010; Elsevier Limited, third edition: 77-86.
13. Idem: 66.
14. Idem: 61.
15. Idem: 62.
16. Uhl J-F, Bertier C, PrevotEAU C, Gillot C. La pompe veineuse plantaire: Anatomie et hypotheses physiologiques. 2009; *Phlebologie*: 62, 1.p. 9-18.
17. Uhl J-F, Gillot C. Anatomy of the foot venous pump: physiology and influence on chronic venous disease. 2012; *Phlebology* 27: 219-230.
18. Uhl J-F, Gilloti C. The plantar venous pump: Anatomy and physiological hypotheses. 2010; *Phlebology* 68.
19. Voorhorst AR. Dubbelgangers Ontmaskerd. 2010; www.dubbelgangersontmaskerd.nl, e-book 26; laatst geraadpleegd: 10-08-2013.
20. Idem: 25; laatst geraadpleegd: 10-08-2013.
21. Idem: 132; laatst geraadpleegd: 10-08-2013.

Onderzoeksformulier pilot:

Locatie:

Datum:

Patiënt:

Geboortedatum:

M/V:

Klacht:

Rechts/Links

Diagnose:

Rechts/Links

Problematiek andere voet/ontstekingen:

ja/nee

1. Kwaliteit ontsteking:

1	2	3	4	5
Niet Zichtbaar	Nauwelijks zichtbaar	Zichtbaar	Goed zichtbaar	Duidelijk zichtbaar

2. Kwaliteit Flow aangedane zijde

Flow Vv .tibialis posterior

1	2	3	4	5
Geen zichtbare stroming	Nauwelijks zichtbare stroming	Zichtbare stroming	Goed zichtbare stroming	Duidelijk zichtbare stroming

Flow VSM

1	2	3	4	5
Geen zichtbare stroming	Nauwelijks zichtbare stroming	Zichtbare stroming	Goed zichtbare stroming	Duidelijk zichtbare stroming

Flow Vv tibialis anterior

1	2	3	4	5
Geen zichtbare stroming	Nauwelijks zichtbare stroming	Zichtbare stroming	Goed zichtbare stroming	Duidelijk zichtbare stroming

Flow Vv.fibularis

1	2	3	4	5
Geen zichtbare stroming	Nauwelijks zichtbare stroming	Zichtbare stroming	Goed zichtbare stroming	Duidelijk zichtbare stroming

Flow VSP

1	2	3	4	5
Geen zichtbare stroming	Nauwelijks zichtbare stroming	Zichtbare stroming	Goed zichtbare stroming	Duidelijk zichtbare stroming

3. Kwaliteit flow niet aangedane zijde:

Flow Vv. tibialis posterior

1	2	3	4	5
Geen zichtbaar verschil	Nauwelijks zichtbaar verschil	Zichtbaar verschil	Goed zichtbaar verschil	Duidelijk zichtbaar verschil

Flow VSM

1	2	3	4	5
Geen zichtbaar verschil	Nauwelijks zichtbaar verschil	Zichtbaar verschil	Goed zichtbaar verschil	Duidelijk zichtbaar verschil

Flow Vv. tibialis anterior

1	2	3	4	5
Geen zichtbaar verschil	Nauwelijks zichtbaar verschil	Zichtbaar verschil	Goed zichtbaar verschil	Duidelijk zichtbaar verschil

flow Vv. fibularis

1	2	3	4	5
Geen zichtbaar verschil	Nauwelijks zichtbaar verschil	Zichtbaar verschil	Goed zichtbaar verschil	Duidelijk zichtbaar verschil

Flow VSP

1	2	3	4	5
Geen zichtbaar verschil	Nauwelijks zichtbaar verschil	Zichtbaar verschil	Goed zichtbaar verschil	Duidelijk zichtbaar verschil