



Kleiweg 500 - 3045 PM Rotterdam
Telefoon 010 - 461 61 61

VASCULAIRE TOEGANG VOOR HEMODIALYSEPATIENTEN
NON-INVASIEVE PRE-OPERATIEVE SCREENING OP HET VAATLABORATORIUM

EUNICE KORTEN

MEER INFORMATIE OVER HET SINT FRANCISCUS GASTHUIS VINDT U OP WWW.SFG.NL

COLOFON

Titel:

Vasculaire toegang voor hemodialysepatiënten
Non-invasieve pre-operatieve screening op het vaatlaboratorium

Auteur:

Eunice Korten, vasculair diagnostisch laborant
Vasculair Centrum
Sint Franciscus Gasthuis
Kleiweg 500
3045 PM Rotterdam
E.Korten@SFG.nl

Met medewerking van:

Dr. C.H.A. Wittens, vaatchirurg, Sint Franciscus Gasthuis
Dr. Ph.P.N.M. Diderich, internist/nefroloog, Sint Franciscus Gasthuis

Vasculair diagnostisch laboranten, Sint Franciscus Gasthuis:

I.M. Toonder
Y.L. van Meerten
A. Muller
J.B. Rodrigues
A.Y. Rampersad

Meander Medisch Centrum, Amersfoort:
I. Zwiers, vasculair diagnostisch laborant

Met speciale dank aan:

De Raad van Bestuur van het Sint Franciscus Gasthuis
Drs. S.C. van Goor, communicatie en pr, Sint Franciscus Gasthuis
Drs. M. Verveer, zorggroepmanager, Sint Franciscus Gasthuis

Toestemming voor het gebruik van diverse illustraties is verleend door:

© Gunther von Hagens Institute for Plastination Heidelberg, Germany
www.Bodyworlds.com
© Bohn Stafleu Van Loghum, Houten. Sobotta, Atlas van de menselijke anatomie,
versie 2.0 CD-ROM, redactie: R. Putz en R. Pabst

Deze uitgave is mede mogelijk gemaakt door:

VASCULAIRE TOEGANG VOOR HEMODIALYSEPATIËNTEN

NON-INVASIEVE PRE-OPERATIEVE SCREENING OP HET VAATLABORATORIUM

INHOUDSOPGAVE

Algemene inleiding	2
Korte beschrijving van de werkwijze	3
Arteriële anatomie	4
Veneuze anatomie	9
Non-invasieve arteriële drukmetingen	11
Veneuze arm-outflowtest met het apg-1000c systeem	14
Theorie duplexonderzoek: algemeen	16
arterieel	18
flowvolume	20
resistance index	20
veneus	22
diametertoename	22
veneuze outflow	23
volgorde van de voorkeurlocaties	24
het verslag	24
Praktijk duplexonderzoek: arterieel	25
Praktijk duplexonderzoek: veneus	35
Referenties	45

ALGEMENE INLEIDING

Vasculaire toegang is zeer belangrijk voor de kwaliteit van leven en de overleving van de hemodialysepatiënt. Het doel van dit pre-operatieve screeningsprotocol is stap voor stap te beschrijven wat de rol kan zijn van de vasculair diagnostisch laborant in het multidisciplinaire proces dat de patiënt ondergaat met pre-terminale of terminale nierinsufficiëntie. In dit geval specifiek de pre-operatieve screening op het vaatlaboratorium.

Hemodialyse wordt gewoonlijk mogelijk gemaakt door een arterioveneuze anastomose te creëren tussen een slagader en een ader in de arm. Hierdoor ontstaat een lage perifere weerstand en een groot drukverval tussen de slagader en de ader via de arterioveneuze anastomose. Dit veroorzaakt een acceleratie van de bloedstroomsnelheid en een toename van het flowvolume en vervolgens een dilatatie van de oppervlakkige onderarmader waardoor deze toegankelijk wordt voor punctie.¹ Een ideale toegang levert onder meer een bloedvolume dat voldoende is voor hemodialyse, heeft een lange levensduur en een laag aantal complicaties zoals stenose, trombose, infectie, aneurysma, te hoog flowvolume, ischemie en centraal veneuze obstructie.

Bij het samenstellen van dit pre-operatieve screeningsprotocol is onder andere gebruik gemaakt van het *Management of the renal patient: clinical algorithms on vascular access for haemodialysis*.² Dit is de op Europa toegesneden versie van het NKF-K/DOQI document.³



Afb. 1 De patiënt tijdens de hemodialyse

KORTE BESCHRIJVING VAN DE WERKWIJZE

ANATOMIE

Het eerste onderwerp van deze handleiding betreft de vasculaire anatomie van de bovenste extremiteiten. De anatomie wordt in grote lijnen weergegeven met de bedoeling het geheugen even op te frissen of als hulpmiddel bij een duplexonderzoek of de verslaglegging. Eerst wordt de arteriële anatomie weergegeven en daarna de veneuze anatomie. De tekeningen zijn soms gebruikt in combinatie met andere afbeeldingen om meer inzicht in het totaalbeeld te verschaffen.^{4, 19}

NON-INVASIEVE DRUKMETINGEN

Dit is een praktisch onderdeel. Het zal als eerste in de reeks van onderzoeken op het vaatlaboratorium uitgevoerd worden. Een armdrukverschil kan van invloed zijn op de keuze van de arm.^{2, 8}

AIRPLETHYSMOGRAFISCHE OUTFLOWTEST

Hoewel de pre-operatieve screening ook zonder de airplethysmografische (APG) outflowtest kan worden verricht, wordt toch uitgebreid aandacht besteed aan de mogelijkheid die deze test biedt. Veneuze outflow van de bovenste extremiteiten is tot op heden lastig te bepalen. Met duplex is het niet mogelijk om in de thorax te kijken en venografie is voor patiënten met nierinsufficiëntie een belasting.

De resultaten van de veneuze arm-outflowtest met behulp van APG zullen moeten worden vergeleken met de gouden standaard, het venogram om zijn waarde te bewijzen. Tevens kan achteraf onderzocht

worden of de resultaten die zijn verkregen met de APG outflowtest, na verificatie met venografie of MRA, overeenkomen met de duplex-outflow bevindingen.¹³

DUPLEXONDERZOEK

Dit veelomvattende onderdeel is gesplitst in een theoretisch en een praktisch gedeelte. Het praktische gedeelte is een stap-voor-stapmethode, waarbij alle handelingen apart in beeld gebracht zijn.

OPMERKING

De bovengenoemde onderzoeksmethoden zijn nog steeds in ontwikkeling. De pre-operatieve screeningsmethode is bedoeld als handleiding en niet als absolute regeling of absolute werkwijze. Bovendien is er uitgegaan van de beschikbare apparatuur van het Vasculair Centrum in het Sint Franciscus Gasthuis. Voorop staat de behoefte aan kwaliteitsverbetering inzake de pre-operatieve screening van de hemodialysepatiënt die door de nefroloog wordt aangeboden op het vaatlaboratorium. Dit draagt nu en in de toekomst bij aan een langere levensduur van de chirurgisch aan te leggen radiocephalica fistel. (Voorheen ook wel Brescia-Cimino fistel of shunt genoemd). De voorgestelde pre-operatieve screeningsmethode is met name toegesneden op de analyse voor de mogelijke aanleg van een primaire radiocephalica fistel.

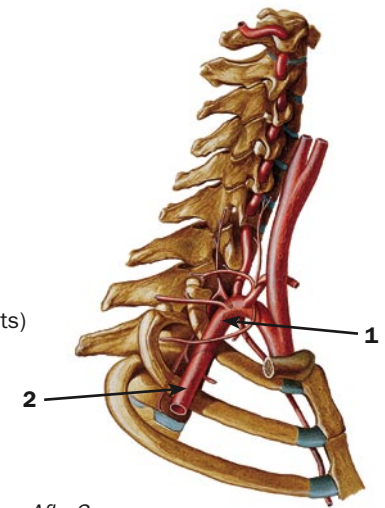
ARTERIELE ANATOMIE VAN DE BOVENSTE EXTREMITEITEN



Afb. 2

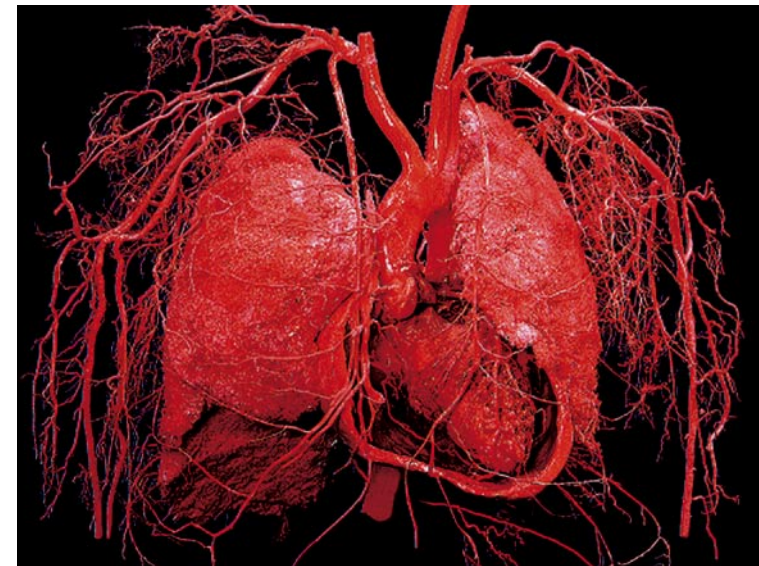
De belangrijkste vertakkingen van het arteriële systeem van het hart tot in onze vingertoppen¹⁹

1. arteria subclavia
2. arteria axillaris
3. arteria brachialis
4. arteria profunda brachii
5. arteria collateralis radialis
6. arteria collateralis ulnaris superior
7. arteria radialis
8. arteria radialis superficialis (afb. 14, uiterst rechts)
9. arteria ulnaris
10. arteria interossea communis
11. arcus palmaris profundus
12. arcus palmaris superficialis



Afb. 3

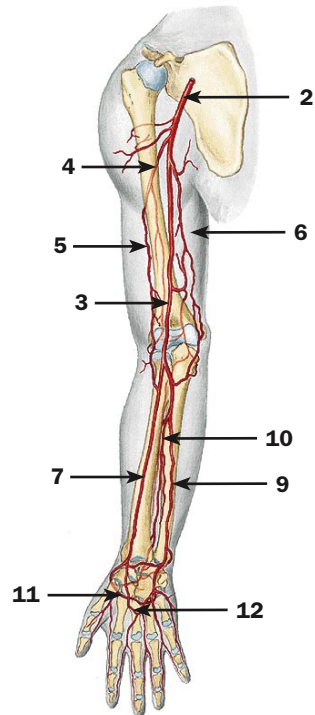
Arteria subclavia met vertakkingen van lateraal, rechts⁴



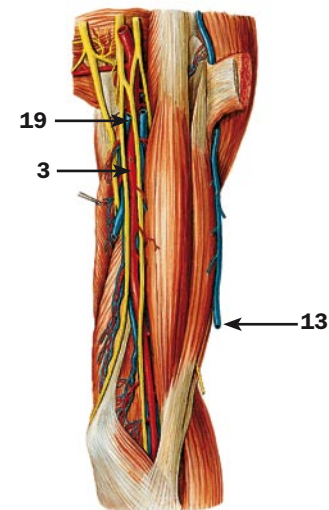
Afb. 4

In de buurt van de aortaboog splitsen de slagaders die verantwoordelijk zijn voor de bloedtoevoer naar het hoofd, de bovenste extremiteiten

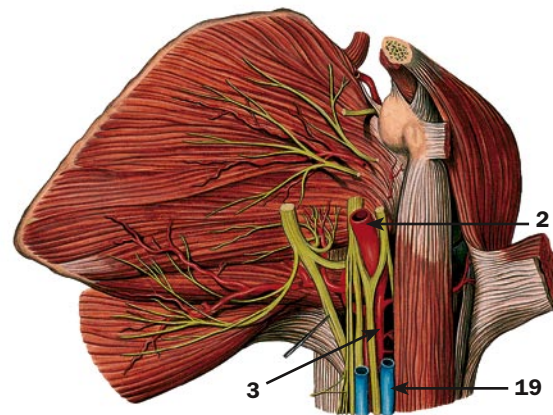
Afb. 5
Arteriën van de rechterarm.
Overzicht van ventraal⁴



Afb. 6
Vaten en zenuwen van de linker bovenarm.
Regio brachialis anterior. Van ventraal, links⁴



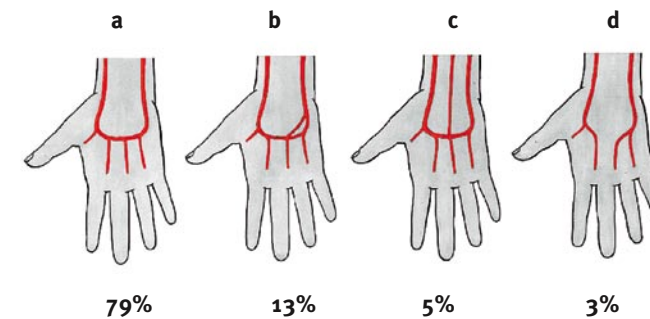
Afb. 7
Vaten en zenuwen in de okselholte en schouder,
de clavicula is door-
gesneden, de arm is
van de romp losgemaakt.
Van ventraal, links⁴



Afb. 8

Variaties van de arcus palmaris profundus⁴

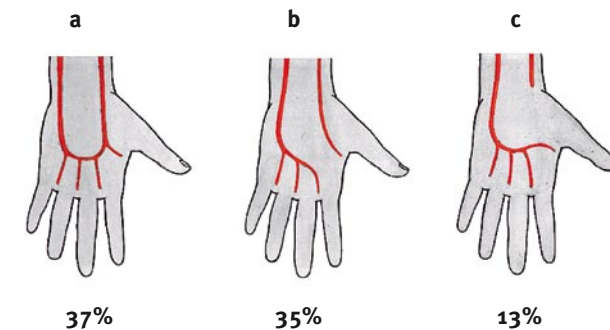
- a Eenvoudige, gesloten arcus palmaris profundus (leerboekgeval)
- b Verdubbeling van het ulnaire deel
- c Anastomose met de arteria interossea anterior
- d Verzorging van de beide radiale vingers door de arteria radialis, en van de drie ulnaire vingers door de arteria ulnaris



Afb. 9

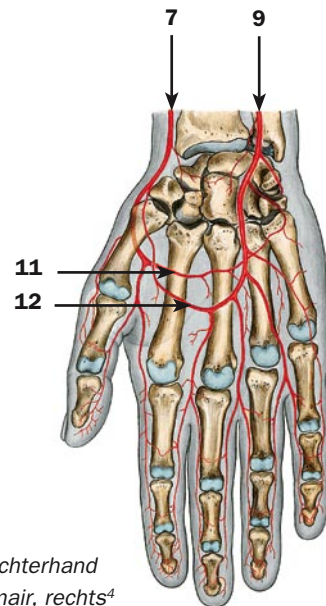
Variaties van de arcus palmaris superficialis⁴

- a Gesloten arcus palmaris superficialis (leerboekgeval)
- b Verzorging van de drie ulnaire vingers door de arteria ulnaris
- c Verzorging van alle vingers door de arteria ulnaris





Afb. 10
Preparaat van de hand-
en onderarm-arteriën¹⁹

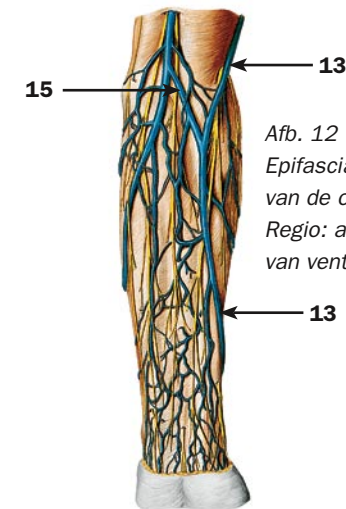


Afb. 11
Arteriën van de rechterhand
Overzicht van palmar, rechts⁴

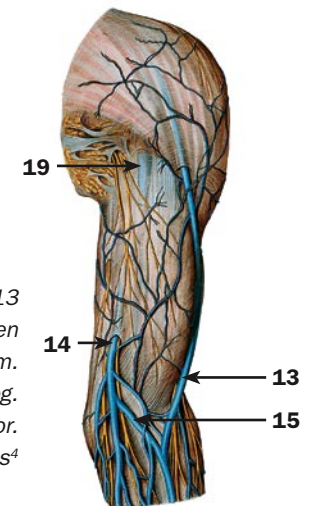
VENEUZE ANATOMIE VAN DE BOVENSTE EXTREMITEITEN

Het oppervlakkige veneuze systeem: 13. vena cephalica
14. vena basilica
15. vena mediana cubiti
16. vena mediana antebrachii
17. vena subclavia
18. vena axillaris
19. vena brachialis
20. vena brachiocephalica

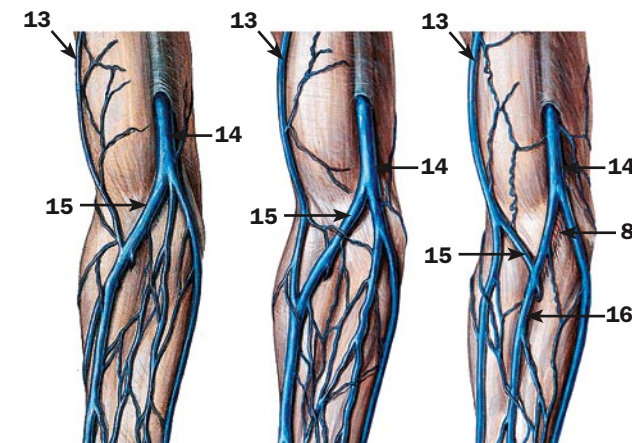
Het diepe veneuze systeem:



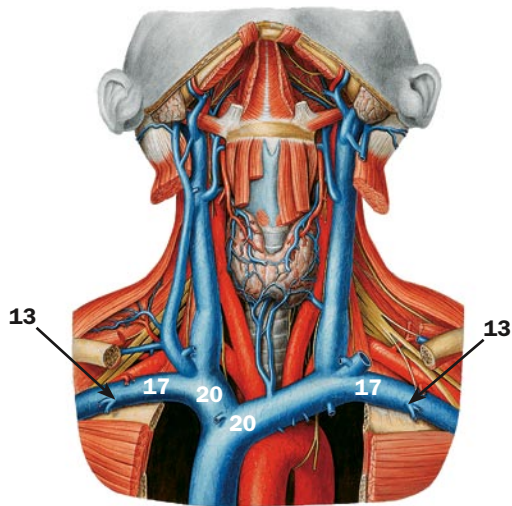
Afb. 12
Epifasciale aders en zenuwen
van de onderarm.
Regio: antebrachialis anterior,
van ventraal, links⁴



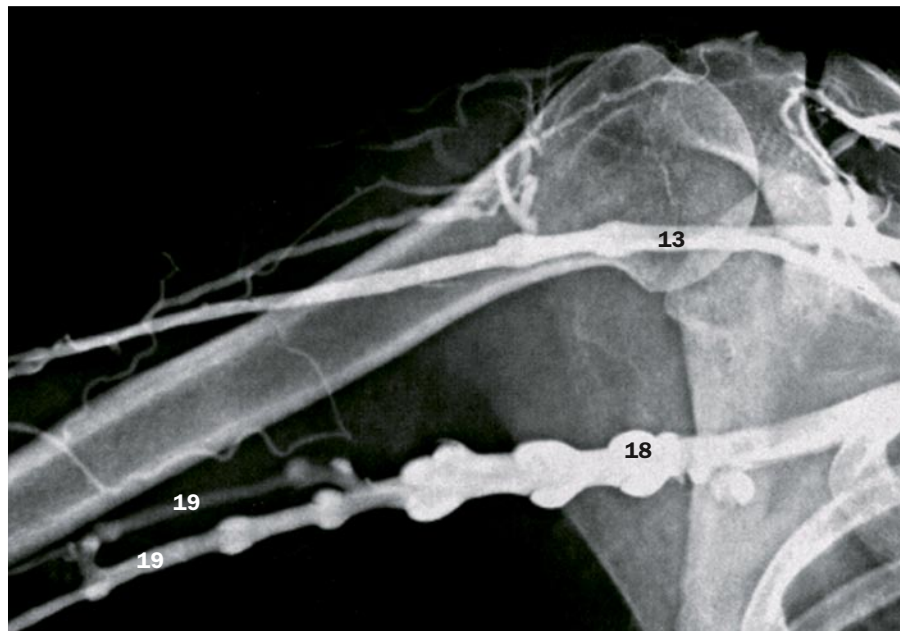
Afb. 13
Epifasciale aders en
zenuwen van de bovenarm.
Regio: brachialis anterior en elleboog.
Regio: cubitalis anterior.
Van ventraal, links⁴



Afb. 14
Variaties van de epifasciale aders
in de rechter elleboog. Aders in
de elleboog zijn beter bereikbaar,
bijvoorbeeld voor het afnemen
van bloed en toedienen van
intraveneuze injecties, dan elders
in het lichaam. Uiterst rechts
een zeldzame variant: gevreesd
omdat een intraveneuze injectie
per ongeluk in de arterie kan
terechtkomen⁴



Afb. 15
Vaten en zenuwen van de hals,
onderkaak en van de bovenste
thoraxopening.
Borstbeen, mediale delen van de
beide sleutelbeenderen en van de
eerste twee ribben zijn verwijderd,
van ventraal⁴



Afb. 16
Venogram of flebogram van de venae brachiales, axillaris en cephalica.
In de vena axillaris zijn de opeenvolgende klepsegmenten duidelijk zichtbaar⁴

NON-INVASIEVE ARTERIELE DRUKMETINGEN

ALGEMEEN

Afwijkingen in de arteriën die de armen van bloed voorzien komen minder vaak voor dan in de onderste extremiteiten. Het occlusieve proces in de vaatboom vanaf de arteria subclavia tot en met de vingerarteriën kan worden veroorzaakt door bijvoorbeeld atherosclerose, Takayasu's syndroom, emboliën, thoracic outlet syndroom, complicaties na catheterisatie, tromboangiitis obliterans, trauma en verschillende aandoeningen die effect hebben op de kleine arteriën in de hand en vingers. Zoals bij de onderste extremiteiten, kan registratie van dopplergolfvormen en het meten van de systolische drukken in de bovenste extremiteiten voorzien in belangrijke informatie betreffende aanwezigheid, ernst en bij benadering de locatie van stenotische of occlusieve processen en zodoende een hulp zijn bij de pre-operatieve screening.¹⁴

CRITERIA

1. Beiderzijds worden armdrukken gemeten in de arteriae brachiales ter detectie van een eventuele drukgradiënt (drukverval). Een drukverval van 20 mmHg of meer, is indicatief voor arteriële pathologie en zal mede van invloed zijn op de keuze van de arm.^{2, 8}
2. Een arm/arm index (AAI) wordt berekend door de systolische bloeddruk van de geplande shuntarm te delen door de systolische bloeddruk in de contralaterale arm.^{2, 8} Bijvoorbeeld: de bloeddruk

in de linkerarm (geplande shuntarm) is 99 mmHg, gedeeld door 125 mmHg, de bloeddruk in de rechterarm (contralateraal). De AAI is dus 79%.

3. Significant proximaal arterieel vaatlijden is aannemelijk met een AAI minder dan 90%. Als non-invasief criterium heeft men gekozen voor een bloeddrukverschil lager dan 20 mmHg in de arm geselecteerd voor de aanleg van een AV-fistel, vergeleken met de contralaterale zijde.^{2, 8}
4. De absolute vingerdruk is 70 mmHg. Een lagere vingerdruk is afwijkend.²⁰ Een vinger/arm drukgradiënt in de ipsilaterale arm, hoger dan 19 mmHg bij personen jonger dan 50 jaar en hoger dan 25 mmHg bij oudere personen, is afwijkend.²⁰
5. Wetenschappelijk onderzoek heeft aangetoond dat bij gebruik van een vingerdrukcuff van 2.4 cm hogere vingerdrukken worden gemeten dan in de bovenarm. Bij gebruik van een vingerdrukcuff van 3.8 cm worden lagere vingerdrukken gemeten dan in de bovenarm. De vingerdrukcuff dient ten minste 1.2 maal de diameter van de vinger te zijn en aangebracht rond de proximale falanx (vingerkootje).²⁰
6. Voor een correcte bloeddrukmeting dient de temperatuur in de onderzoeksruimte bij voorkeur rond de 25 graden Celsius te zijn ter voorkoming van vasoconstrictie.²⁰

NON-INVASIEVE ARTERIELE DRUKMETINGEN MET HET IMEXLAB 9000

Deze stap-voor-staphandleiding is specifiek voor het Imexlab 9000. Er zijn veel verschillende systemen op de markt. De werkwijze zal dus per apparaat verschillen van het gegeven voorbeeld.

VOORBEREIDING

1. Na het invullen van de patiëntgegevens, kies **mainmenu**
2. Kies **vascular automated tests**
3. Kies **upper extremity segmental**

DOPPLERGOLFORMREGISTRATIE

1. De patiënt kan voor de onderzoeker gaan zitten voor de registratie van de dopplergolfformen in de diverse armarteriën
2. Na het opslaan van de dopplergolfform; kies **next location** voor het volgende vaatsegment.
3. De volgorde: Arteria subclavia
Arteria axillaris
Arteria brachialis
Arteria radialis
Arteria ulnaris
4. Registreer eerst de dopplergolfformen in de rechterarm en daarna in de linkerarm. Wanneer alle vaatsegmenten zijn geregistreerd en opgeslagen kom je vanzelf in de **vingerdruk** modus terecht.
5. Opmerking: het onderdeel dopplergolfformregistratie kan eventueel overgeslagen worden. Tijdens het duplexonderzoek worden de dopplergolfformen immers altijd beoordeeld. Drukmetingen leveren in principe reeds voldoende

informatie voor de armselectie, in combinatie met bovenstaande criteria.

VINGERDRUKMETINGEN

1. Breng de bloeddrukbanden aan rond de bovenarmen.
2. Breng beiderzijds de vingerbloeddrukbandjes zo proximaal mogelijk aan rond een vinger.
3. Laat de patiënt bij voorkeur liggen of zitten met de armen op een verhoging waarbij de vingers vrij kunnen hangen. Om er zeker van te zijn dat de hydrostatische druk zo min mogelijk invloed op de drukmetingen heeft.
4. Breng de rode probe aan op de vingertop van de rechterhand en de blauwe probe op de vingertop van de linkerhand. De sensoren moeten de huid van de vingertop raken om een signaal te kunnen registreren.
5. Zet de draaiknop van het verdeelblok op 5 en bevestig het Y-stuk met vingerbloeddrukbandjes aan de linkerslang met nummer 5.
6. Druk op **pomp**. De bloeddrukbandjes worden opgeblazen tot 150 mmHg. Wanneer dit onvoldoende is om de arteriële signalen te laten afnemen, druk dan nogmaals op pomp en de bloeddrukbandjes worden vervolgens tot 200 mmHg opgeblazen, een derde keer op pomp drukken geeft de maximaal haalbare druk namelijk 250 mmHg. Wanneer in het laatste geval de arteriële signalen niet afnemen is er sprake van 'niet comprimeerbare arteriën'. In principe dienen de bloeddrukbandjes tot 30 mmHg suprasys-

tolisch opgepompt te worden. Normaliter zullen de arteriële signalen wegvallen. Wacht tot de signalen terugkeren zowel rechts als links. Bij twijfel de meting nogmaals uitvoeren.

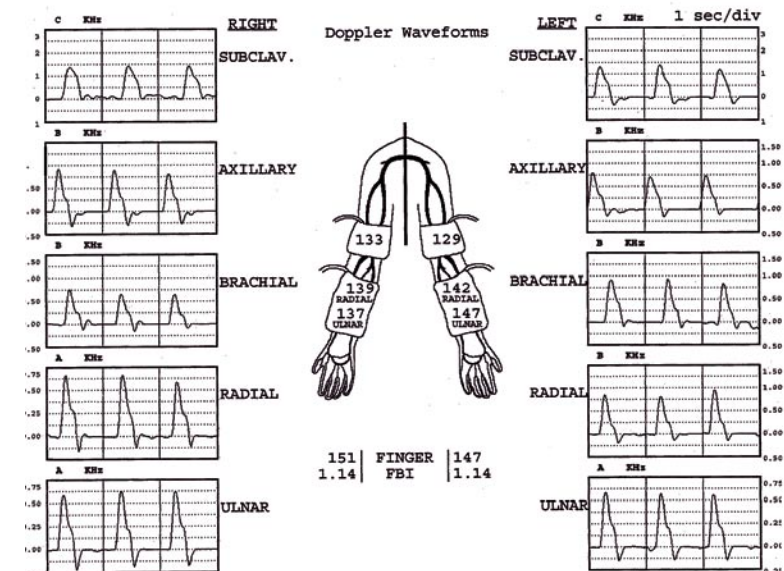
7. Kies voor **scroll red** om de exacte druk te bepalen voor de rechtervinger en opslaan.
8. Kies voor **scroll blue** om de exacte druk te bepalen voor de linkervinger en opslaan.
9. Via **next location** start **upper segmental test**.

ARMDRUKMETINGEN

1. Bevestig de luchtslangen van het verdeelblok aan de bloeddrukbanden en meet de drukken van de beide bovenarmen.
2. **Right forearm radialis:** locatie van de

dopplerprobe: bijvoorbeeld ter hoogte van de pols bij de arteria radialis of ulnaris.

3. Hetzelfde geldt voor de linkerarm.
4. De bloeddrukbanden worden opgepompt tot 150 mmHg. Wanneer dit onvoldoende is om het arteriële signaal te laten afnemen, druk dan nogmaals op pomp en de bloeddrukband wordt vervolgens tot 200 mmHg opgeblazen, een derde keer op pomp drukken geeft de maximaal haalbare druk namelijk 250 mmHg. Wanneer in het laatste geval het arteriële signaal niet afnemen is er sprake van 'niet comprimeerbare arteriën'. In principe dienen de bloeddrukbanden tot 30 mmHg suprasystolisch opgepompt te worden. Normaliter zal het arteriële signaal wegvallen. Wacht tot het signaal terugkomt. Bij twijfel de



VOORBEELD

Berekening FBI
door apparatuur:
Rechts: **114%**
Links: **114%**

Herberekening FBI:
Rechts: Vingerdruk delen
door hoogste brachialisdruk
Dus 151: 133 = **114%**
Links: Vingerdruk delen
door hoogste brachialisdruk
Dus 147: 133 = **110%**

Afb. 17 De arm-armindex is meer dan 90% in beide armen

meting nogmaals uitvoeren.

5. Sla telkens de gemeten druk op.
6. Print de testresultaten en controleer de berekening.

HERBEREKENING VAN DE VINGER- ARMINDEX

1. Rechterarm: Deel de vingerdruk door de hoogste arteria brachialisdruk
2. Linkerarm: Deel de vingerdruk door de hoogste arteria brachialisdruk
3. Het apparaat geeft de berekening van de vinger-armindex (FBI) tussen rechter vingerdruk en rechter arteria brachialisdruk en hetzelfde voor de linkerarm. Hierdoor is de FBI onnauwkeurig. Het is noodzakelijk voor juiste meetresultaten de FBI te herberekenen.

ARM-OUTFLOWTEST MET HET APG-1000C SYTEEM

ALGEMEEN

Het opsporen van occlusies in de vena subclavia is soms lastig uit te voeren met duplex. De oorzaak van deze beperking is de anatomische ligging van de vena subclavia ten opzichte van de botstructuren. Nog verder naar proximaal, dus richting vena brachiocephalica en vena cava superior binnen de thorax is het onmogelijk om anders betrouwbaar te visualiseren met duplex. Airplethysmografie (APG) kan een bruikbaar hulpmiddel zijn bij het pre-operatieve veneuze afvoeronderzoek. Duplexonderzoek en APG kunnen elkaar wellicht aanvullen omdat duplex gebaseerd is op anatomie en APG op fysiologie. Het woord plethysmografie heeft zijn oor-

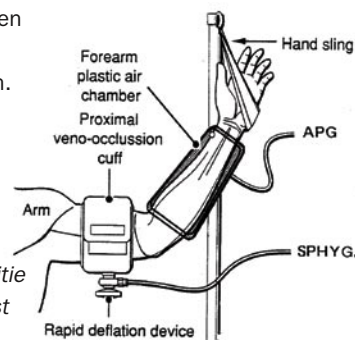
sprong in het Grieks; plethysmos betekent: doen toenemen en graphien betekent: schrijven. Het is dus een instrument dat een verandering in volume kan registreren. APG is ontwikkeld voor kwantitatief klinisch gebruik door calibratie van het instrument om volumeveranderingen te meten in milliliters als absolute eenheden.^{12, 13}

VOORBEREIDING

1. Breng de 8 inch arm sensing cuff gecentreerd aan rondom de onderarm
2. Breng de tourniquetmanchet *hoog aan rond de bovenarm*
3. Bevestig een kant van de armsteunlus aan de haak
4. De pols van de patiënt gaat door het verstelbare deel van de armstrop, afstellen met de gesp

ARMPOSITIE

1. De bovenarm dient parallel ten opzichte van de vloer te zijn ofwel 45 graden ten opzichte van een denkbeeldige verticale lijn tussen de schouders
2. De onderarm wordt in een hoek van 135 graden gebracht ten opzichte van de bovenarm of 45 graden ten opzichte van een denkbeeldige lijn tussen de schouder en de elleboog
3. Deze hoeken dienen bij benadering gebruikt te worden. Kleine variaties beïnvloeden de reproduceerbaarheid niet



Afb. 18 De armpositie bij de APG-outflowtest

CALIBRATIE

1. Druk op pump om de sensingcuff op te pompen tot 6 mmHg
2. Groene lampje knippert, druk nogmaals op pump om in de testmodus te komen
3. Druk op save. Voorzichtig 100 ml lucht inspuiten, 5 seconden wachten, druk op save
4. 100 ml lucht eruit. Druk op send
5. Calibratie via het menu
6. Druk op send

OUTFLOWTEST

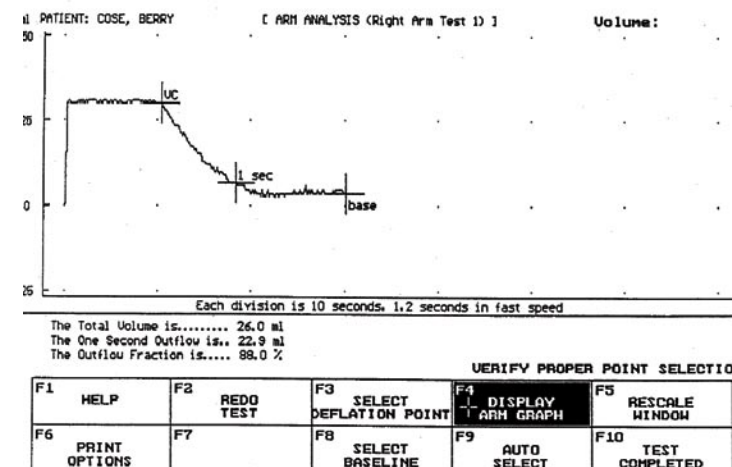
1. Selecteer F3 Outflowtests
2. Selecteer linker of rechter arm (F2 of F7)

Before selecting limb, be sure GREEN light is on APG by pressing PUMP button twice. Please choose the arm that is being tested. An Asterisk (*) indicates that the test has been done.

F1 HELP	F2 L. ARM TEST 1	F3 L. ARM TEST 2	F4 L. ARM EXERCISE TEST 3	F5
F6 RETURN TO TEST MENU	F7 R. ARM TEST 1	F8 R. ARM TEST 2	F9 R. ARM EXERCISE TEST 3	F10

Afb. 19
Selecteer linker of rechter arm

3. Pomp de armcuff op tot 70 mmHg (pin uit)
4. Wacht op maximaal volume. Dit wordt weergegeven in de rechterbovenhoek, klik op F3 (start recording)
5. Bij bereiken van plateau klik op F9 (increase speed)
6. Snel de bovenarmmanchet leeg laten lopen (pin in), enkele seconden wachten
7. Klik op F9 (decrease speed) en wacht op eindplateau
8. Klik F10 (stop recording)



Afb. 20
Normale outflowcurve: 88%

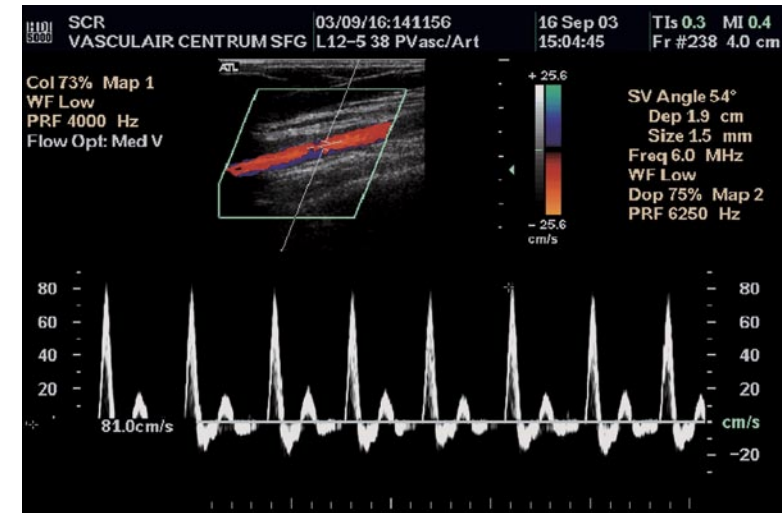
MEETPUNTEN

1. Selecteer deflatiepunt met F3 en eind-basislijn met F8 en de trackball
2. De outflowfractie wordt nu weergegeven in een grafiek
3. Een tweede outflowfractie minder dan 45% correleert met diep veneuze trombose
4. Artefacten door beweging van de patiënt kunnen de schaal vergroten waardoor de grafiek te klein wordt. Gebruik F5 (rescale window) om de schaal aan te passen

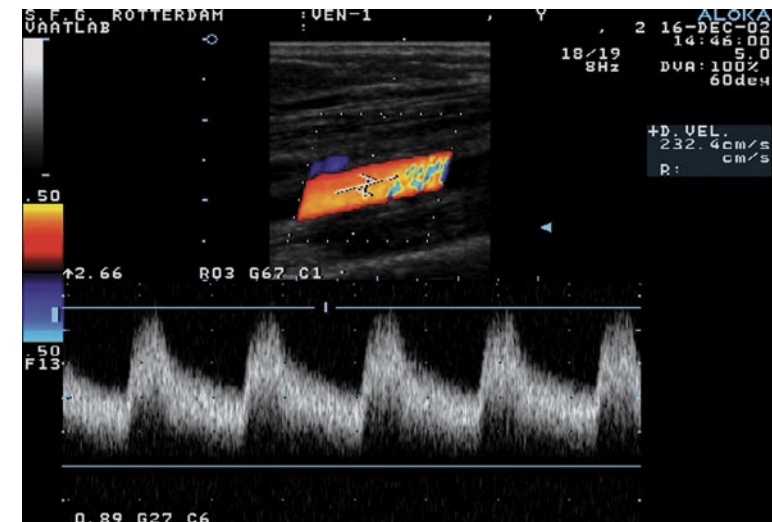
THEORIE DUPLEXONDERZOEK

ALGEMEEN

Duplexonderzoek is een combinatie van B-mode ultrageluid, hetgeen een twee dimensionaal anatomisch echobeeld weergeeft, en doppler ultrageluid. De stroomsnelheid van het bloed wordt weergegeven met behulp van verschillende kleuren (color-doppler) voor verschillende snelheden en verschillende stroomrichtingen. Het flowvolume kan ook berekend worden. Aldus is het mogelijk om in een enkel beeld zowel de anatomie als het flowvolume te visualiseren. Flowvolume-metingen kunnen een voorspellende waarde hebben in het geval van trombose, maar de nadelen zijn een grote inter-observer variabiliteit en inter-duplex-apparaat variabiliteit⁵. Duplex met colordoppler kan angiografie vervangen, behalve in het geval van handarteriën en centrale aders⁶. Bloedstroomsnelheden kunnen worden gemeten met behulp van pulsed doppler. Een normale dopplergolfvorm van een perifere arterie vertoont een 'hoog weerstandsignaal' met een positieve systolische snelheid en negatieve diastolische snelheid, dus bifasisch, trifasisch of meer. De aanvoerarterie van een bestaande AV-fistel laat daarentegen juist een 'laag weerstandsignaal' zien, met een positieve systolische snelheid en een positieve diastolische snelheid, dus monofasisch.



Afb. 21 Vierfasisch dopplersignaal in de arteria brachialis; een 'hoog weerstandsignaal'



Afb. 22 Monofasisch dopplersignaal bij actieve AV-fistel; een 'laag weerstandsignaal'

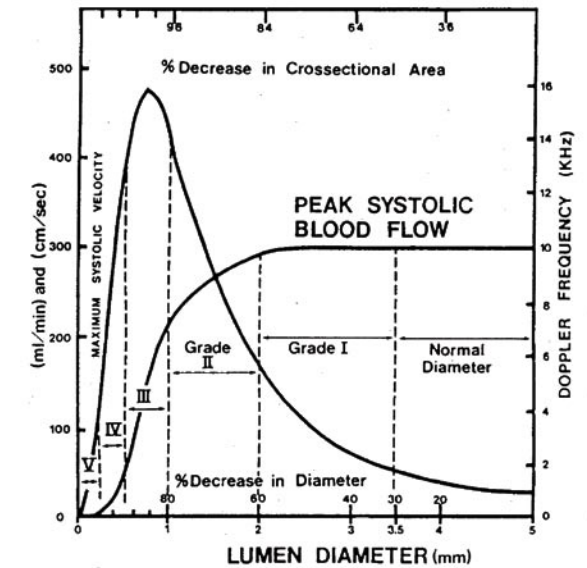
Er wordt gebruik gemaakt van een hoog-frequente lineaire transducer, bijvoorbeeld 13 tot 7.5 MHz. Ultrageluidscans van het arteriële systeem kunnen zo proximaal mogelijk worden gestart in de arteria subclavia van de geselecteerde arm. Om de arteria en vena subclavia fraai te visualiseren kan soms een laagfrequente convex- of lineair transducer uitkomst bieden. Evaluatie van de dominante arm wordt uitsluitend uitgevoerd wanneer de niet-dominante arm ongeschikt is gebleken of wanneer alle andere mogelijkheden voor fistelaanleg zijn uitgevoerd. Geschikte arteriële segmenten en oppervlakkige onderarmaders kunnen, wanneer geschikt bevonden middels ultrageluidonderzoek, pre-operatief op de huid gemarkeerd worden. De patiënt wordt bij voorkeur op

het vaatlaboratorium aangeboden zonder Venflon in de vena cephalica. Indien dit wel het geval is, kan de arm niet volledig met ultrageluid onderzocht worden.

ARTERIEEL

De status van de arteriae subclavia, axillaris, brachialis, ulnaris en radialis wordt geëvalueerd met behulp van echografische informatie en peeksystolische stroomsnelheden (PSV) met in achtneming van de dopplergolfvormen. Een normaal dopplersignaal is bijvoorbeeld bifasisch, trifasisch, of meer. Een afwijkend dopplersignaal is bijvoorbeeld 'blunted' ofwel pre-stenotisch, 'damped' ofwel post-stenotisch, of stenotisch met een hoge PSV. Bij een occlusie is uiteraard geen PSV waar te nemen. Er is sprake van een hemodyna-

misch significante stenose bij een diameterreductie van 50% of meer⁷, afbeelding 24. Colordoppler is een hulpmiddel om wisselingen in stroomsnelheid relatief snel te detecteren. Echografische bevindingen kunnen in het duplexverslag worden beschreven zoals anatomische afwijkingen, onregelmatige vaatwand, plaques, een stenose of occlusie.



Afb. 24

Flowvolume, diameter en snelheid bij stenosering in een eenvoudig theoretisch model⁷



Afb. 23

Collega Annemiek Muller voert het duplexonderzoek uit.
Indicatie: pre-operatieve screening van de linkerarm voor aanleg primaire radiocephalica AV-fistel

De diameters van de arteriën worden transversaal gemeten. In geval van ernstige calcificatie van de arterie kan het onmogelijk zijn de diameter te bepalen. Voor de aanleg van een radiocephalica onderarmfistel wordt de diameter van de a.radialis ter hoogte van het polsgewricht transversaal gemeten.

AUTEUR	A. RADIALIS DIAMETER
Wong et al. ⁸	1.6 mm
Silva et al. ⁹	2.0 mm
Malovrh et al. ¹⁰	1.5 mm

Afb. 25 Minimale arteria radialis diameter voor een succesvolle aanleg van een radiocephalica AV-fistel bij volwassenen^{8, 9, 10}

FLOWVOLUME

Een arteriële aanvoer in de arteria brachialis van 40 ml/min. of meer wordt geassocieerd met een succesvolle AV-fistel.¹⁷ De flowvolumemeting in de arteria brachialis dient men uit te voeren in een zo recht mogelijk deel van de arterie. Meestal is dit midden op de bovenarm. Dit is vanwege het streven laminaire stroming te meten. Het meetpunt dient altijd proximaal van de origo van de arteria radialis zijn. Wanneer er sprake is van een anatomische variatie zal de flowvolumemeting meer proximaal uitgevoerd moeten worden. Afbeeldingen 43, 44.

RESISTANCE INDEX

Aanvullend op het arteriële duplexonderzoek wordt een resistance index-meting (RI) aanbevolen als extra parameter.¹¹ Er wordt een snelheidsmeting gedaan in de arteria radialis, ter hoogte van het polsgewricht. Er zal een vier-, drie-, twee- of monofasisch dopplersignaal waargenomen worden onder andere ten gevolge van de perifere weerstand. Wanneer de hand warm is kan een monofasisch dopplersignaal normaal zijn. Afbeelding 26. Vervolgens dient de patiënt gedurende ten minste twee minuten een stevige vuist te maken. Hierdoor zal nu een toename van de perifere weerstand ontstaan. Een monofasisch dopplersignaal ten gevolge van een warme hand wordt hierdoor bijvoorbeeld drie of vierfasisch. Afbeelding 27. Na ontspannen van de vuist wordt direct de RI bepaald. Er is nu een toestand van reactieve hyperemie ontstaan. Afbeelding 28.

Het dopplersignaal zal nu monofasisch zijn ten gevolge van de lage perifere weerstand. Dezelfde reactie wordt verwacht na de constructie van een radiocephalica AV-fistel. Uit wetenschappelijk onderzoek blijkt dat het ontbreken van een monofasisch dopplersignaal na het ontspannen van de vuist een indicatie is voor onvoldoende toename van de arteriële flow, zelfs na constructie van een radiocephalica AV-fistel. De RI-meetfunctie is in duplexapparaten standaard aanwezig. Maar men kan het uiteraard ook zelf uitrekenen. Het is echter wel belangrijk te letten op de juiste dopplergain-instelling.⁷

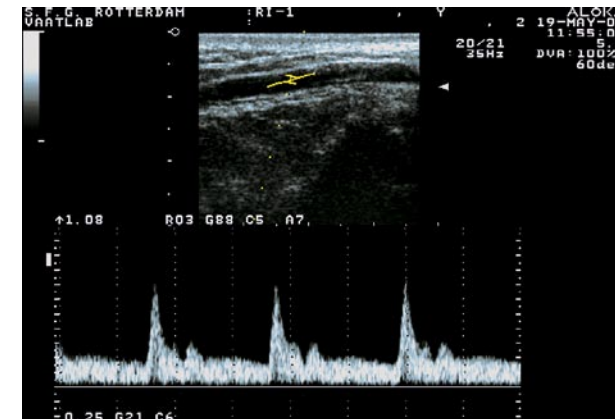
• Resistance index formule

- $RI = (SV-DV)/SV$
Resistance index = (systolische snelheid minus diastolische snelheid) gedeeld door de systolische snelheid⁷

• Resistance index criteria

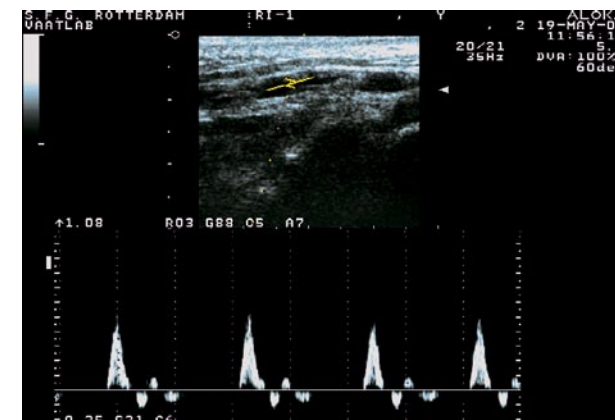
- RI bij reactieve hyperemie < 0.7
resultaat: 95 % succesvolle aanleg
- RI bij reactieve hyperemie ≥ 0.7
resultaat: 39 % succesvolle aanleg¹¹

Opmerking: ten behoeve van standaardisatie van de RI-meting kan men een occlusiemanchet gebruiken rond de distale onderarm. Deze wordt 30 mmHg supra-systolisch opgepompt gedurende twee minuten. Wanneer er voldoende ruimte vrijgelaten wordt ter hoogte van de pols voor de duplextransducer, kan direct na het leeglopen van de manchete (bij voorkeur met pneumatische cuff inflator) de snelheid in de arteria radialis gemeten worden en de RI berekend.



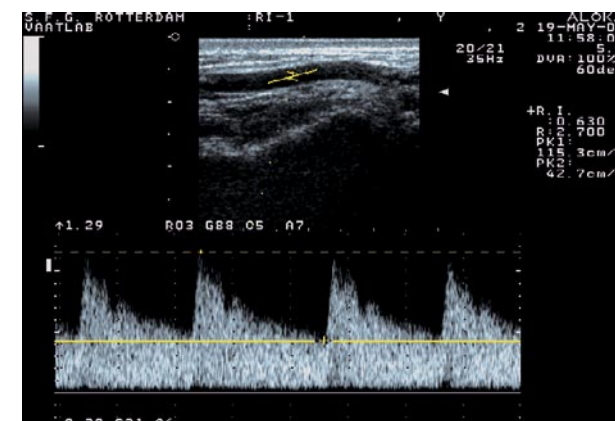
Afb. 26

Een monofasisch dopplersignaal kan normaal zijn wanneer de hand warm is. Meetlocatie: arteria radialis ter hoogte van het polsgewricht



Afb. 27

Tijdens het vormen van een vuist zal tijdelijk een toename van de perifere weerstand ontstaan. Een monofasisch dopplersignaal ten gevolge van een warme hand wordt hierdoor bijvoorbeeld drie of vierfasisch



Afb. 28

Na ontspannen van de vuist wordt direct de RI bepaald. Er is nu een toestand van reactieve hyperemie ontstaan. Het dopplersignaal zal nu weer monofasisch zijn ten gevolge van de lage perifere weerstand. RI: 0.63

VENEUS

Om de anatomie van de aders goed te kunnen visualiseren is veneuze stuwung een onontbeerlijk hulpmiddel. Stuwung kunnen we verkrijgen met behulp van een bloeddrukband met een bloeddrukmeter of met een pneumatische cuff inflator. Breng de bloeddrukband aan, zo hoog mogelijk rond de bovenarm. Pomp de bloeddrukband op tot 70 mmHg. Terwijl de stuwung zich voltrekt, kan men reeds direct de aders echografisch controleren op comprimeerbaarheid ofwel de mogelijke aanwezigheid van trombose. Net als trombose-onderzoek van de onderste extremiteiten wordt dit transversaal uitgevoerd. Vooral locaties waar infuusnaalden in het verleden ingebracht werden verdienen speciale aandacht. Afbeelding 62 t/m 67. Daarna volgen de diametermetingen die transversaal uitgevoerd worden. Afbeelding 60 en 61. Er kan van start gegaan worden ter hoogte van het polsgewricht of ter hoogte van de elleboogkuil. Probeer als het ware te zweven in de gel, de aders kan men reeds ongemerkt comprimeren door het gewicht van de transducer, waardoor deze niet meer echografisch te visualiseren zijn. Veneuze diameters kleiner dan 1.6 mm worden geassocieerd met AV-fistel (radiocephalica) falen.⁸ Voor de aanleg van een autogene AV-elleboogfistel worden veneuze diameters van 3 a 4 mm of groter aanbevolen ter hoogte van de elleboogkuil.¹⁸

De vena cephalica wordt ter hoogte van het polsgewricht beoordeeld op comprimeerbaarheid en diameter. Daarna vervolgt men

AUTEUR	V. CEPHALICA DIAMETER
Wong et al. ⁸	1.6 mm
Malovrh et al. ¹¹	1.6 mm
Silva et al. ⁹	2.5 mm
Ascher et al. ¹²	2.0 mm

Afb. 29 Minimale vena cephalica diameter voor een succesvolle aanleg van een radiocephalica AV-fistel bij volwassenen^{8, 9, 11, 12}

de ader naar proximaal om de continuïteit en diameters te beoordelen. Ter hoogte van de elleboogkuil zijn de continuïteit en diameters variabel. Met name de vena mediana cubiti heeft een sterk wisselende anatomie en maakt verbinding met zowel het oppervlakkige als het diepe veneuze systeem. Afbeelding 14. Vervolgens wordt de continuïteit en diameters van de andere aders in de bovenarm beoordeeld. Na het verwijderen van de bloeddrukband wordt het diepe veneuze systeem van de arm bekeken tot en met de venae axillaris en subclavia. Colordoppler is een geschikt hulpmiddel om de doorgankelijkheid van de aders te bepalen. Augmentatie van de veneuze bloedstroom kan verkregen worden door de patiënt te vragen diep in en uit te ademen of door de patiënt herhaaldelijk een vuist te laten maken.

DIAMETERTOENAME

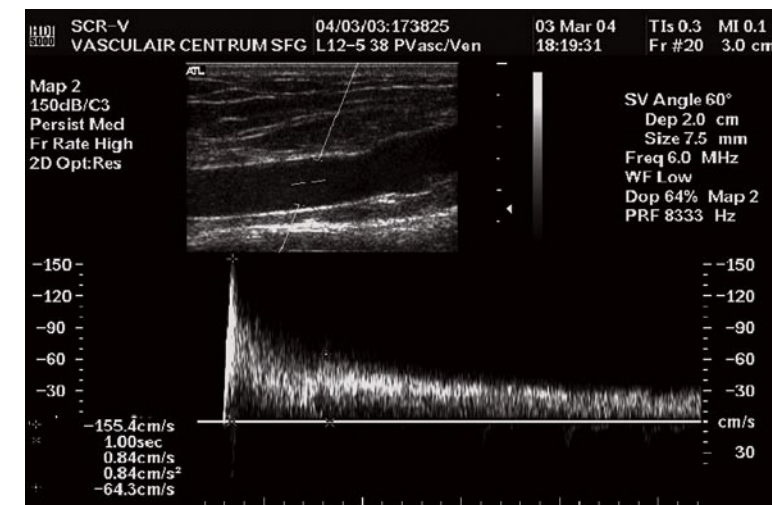
Het percentage veneuze diameter-toename na proximale compressie zou eveneens een belangrijke voorspellende waarde hebben voor het succes van de aan te leggen

AV-fistel. Er is wetenschappelijk onderzoek gedaan waarbij men de diameters heeft gemeten zonder stuwung en met stuwung rond de bovenarm. In de groep met de succesvolle AV-fistels werd een veneuze diameter-toename van 48% geconstateerd in tegenstelling tot de groep vroeg falende AV-fistels waarbij de diameter-toename slechts 11,8% was.¹¹

VENEUZE OUTFLOW

Dit is een niet gevalideerde methode. Eerst zou onderzocht kunnen worden hoe de bevindingen van de airplethysmografische outflowtest, beschreven vanaf pagina 14, zich verhouden tot de gouden standaard, het (CO₂ of Gadolinum)¹⁶ venogram of MRA. Eventueel in een later stadium zouden de duplex outflow bevindingen retrospectief met de uitkomst van bovenstaand onderzoek vergeleken kunnen worden. Bepaling van de veneuze outflow

met duplex kan als volgt verricht worden: plaats de cursor met het samplevolume zo groot mogelijk binnen de aderwanden in de vena brachialis, vervolgens in de vena cephalica en vena basilica in de bovenarm wanneer maximale stuwung is bereikt. Laat de bloeddrukband abrupt leeglopen (dit kan alleen met een pneumatische cuff inflator) en registreer tijdens deze handeling het dopplersignaal. Hiervoor kan de veneuze preset gebruikt worden. Aangezien (voor veneuze begrippen) een hoge snelheid wordt bereikt bij het loslaten van de bloeddrukband is het aan te bevelen de basislijn zo in te stellen dat de dopplergolfvorm in zijn geheel wordt weergegeven. De schaal kan eveneens ingesteld worden op wat hogere snelheden. Berekening van de outflow: Binnen 1 seconde dient meer dan 50% afname van de dopplergolfvorm plaats te vinden. De handleiding wordt beschreven bij afbeelding 80.



Afb. 30 De veneuze outflowtest middels duplex

VOLGORDE VAN DE VOORKEURLOCATIES

1. Plaatsing van onderarm AV-fistel²
 - a. Radiocephalica AV-fistel
 - b. (Eventueel met vena basilica transpositie, alleen indien noodzakelijk)
2. Plaatsing van bovenarm AV-fistel²
 - a. Brachiocephalica AV-fistel, eventueel met superficialisatie van de vena cephalica bij patiënten met adipositas
 - b. Brachio basilica AV-fistel, met transpositie van de vena basilica
 - c. Jump graft AV-fistel, dit is een korte interpositiegraft met een diameter van 6 mm tussen de arteria brachialis en de vena cephalica, wanneer de laatstgenoemde ongeschikt is of geocludeerd ter hoogte van de elleboogkuil
3. Plaatsing van graft²
 - a. Een graft wordt uitsluitend aangelegd wanneer er absoluut geen mogelijkheden zijn voor de aanleg van een native AV-fistel
 - b. De voorkeur voor veneuze diameter is 3,5 tot 4 mm⁹

HET VERSLAG

Sint Franciscus

Gasthuis

Vasculair Centrum Rotterdam (Vaastlaboratorium)
Kleinweg 500
3045 PM Rotterdam
Blad: 1 van: 1

Duplex Arm: pre-shunt screening
02-06-2004/12:09 1891045

Patient
Naam:
Patientnr:
Geboorted:
Geslacht:

Behandelend Arts
Naam: PHPNM Diderich
Functie/Spec.: Inwendige Geneeskunde
Opleiding: Cluster 3

Reden van onderzoek
Terminale nierinsufficiëntie, accessmogelijkheid?

Onderzoeksgegevens

Links

ARTERIEEL SYSTEEM	PSV	Dopplersign.	Diameter	Flowvolume
A. Subclavia	118	Trittsch		
A. Axillaris	118	Trittsch		
A. Brachialis	111	Trittsch	4,1	46
A. Radialis origo	100	Trittsch	2	
A. Radialis pons	77	Trittsch	2,1	
A. Ulnaris pons	70	Trittsch		RL: 0,61

VENIEUZE SYSTEEM	Diameter	Outflow normaal
V. Subclavia	Ja	
V. Axillaris	Ja	
V. Cephalica proximaal	1,5	Ja
V. Cephalica elektrograaf	2	
V. Cephalica tibia pons	2,5	
V. Basilica bovenarm	5,5	Ja
V. Basilica elektrograaf	5	
V. Basilica tibia pons	3	
V. Mediana Cubiti	5,1	
V. Basilica	3,5	Ja

Eenheden PSV (peak systolic velocity) en EDV (end diastolic velocity) in cm/sec
Diameters in mm
Flowvolume in ml/min

Commentaar Vaastlaborant

E. Korten :
- Arteriovenositeit: 100%
- Patiet is rechthandig
- Normaal arterieel systeem, normale diameters
- Normale venoseuze afvoer
- De v. cephalica in de bovenarm heeft een kleine diameter, afvoer verloopt dan ook hoofdzakelijk via v. brachialis en v. basilica
- Diameters geschikt voor aanleg radiocephalica AV-fistel
- Resistance Index: 0,91
- Normaal flowvolume a. brachialis 46 ml/min.

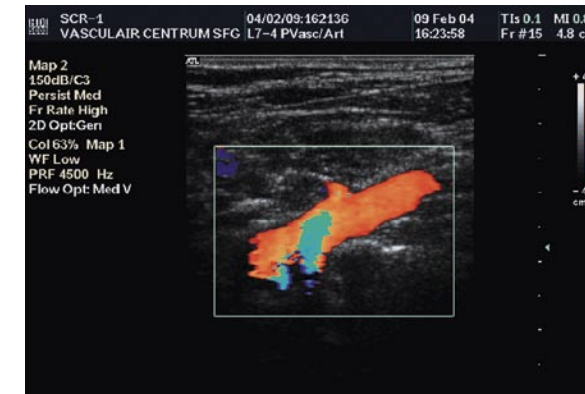
Afb. 31
Het verslag
van het onderzoek

PRAKTIJK DUPLEXONDERZOEK: ARTERIEEL

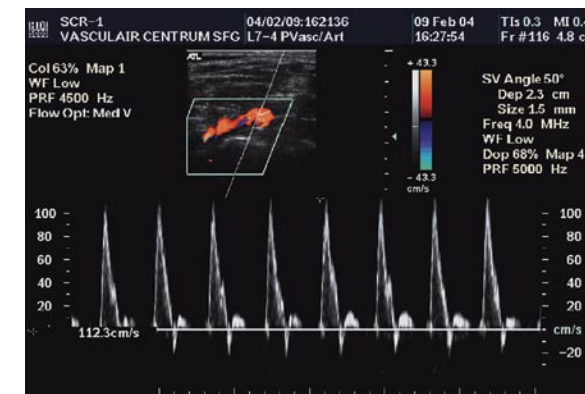
Linkerarm



Afb. 32
ARTERIA SUBCLAVIA,
longitudinaal echobeeld



Afb. 33
ARTERIA SUBCLAVIA,
longitudinale scanrichting
met color-doppler



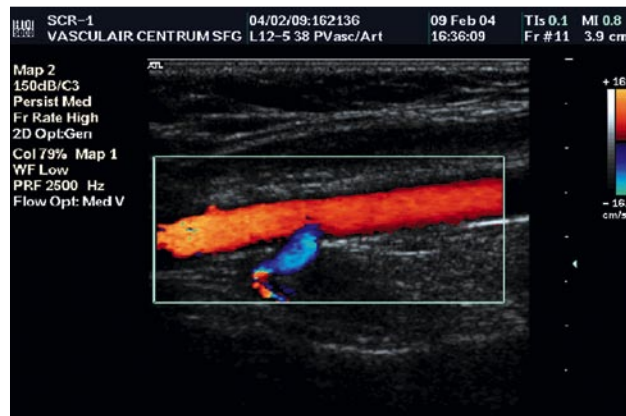
Afb. 34
ARTERIA SUBCLAVIA,
longitudinale scanrichting
met color-doppler en pulsed
doppler



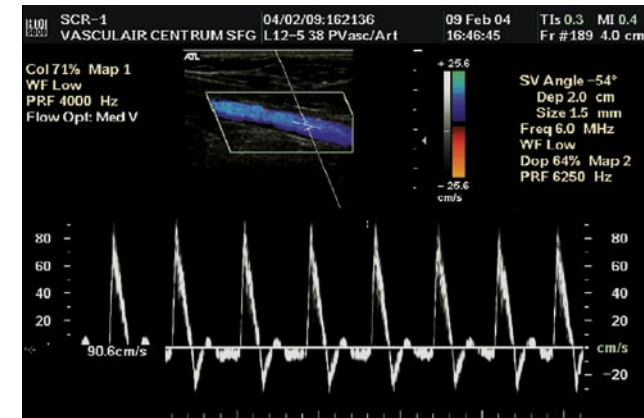
Afb. 35
ARTERIA AXILLARIS,
transversaal echobeeld



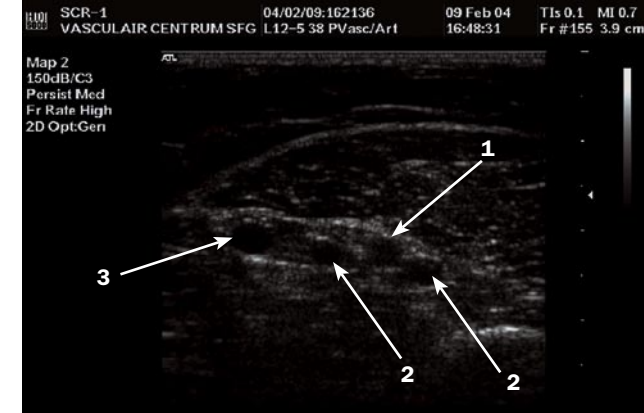
Afb. 36
ARTERIA AXILLARIS,
longitudinaal echobeeld



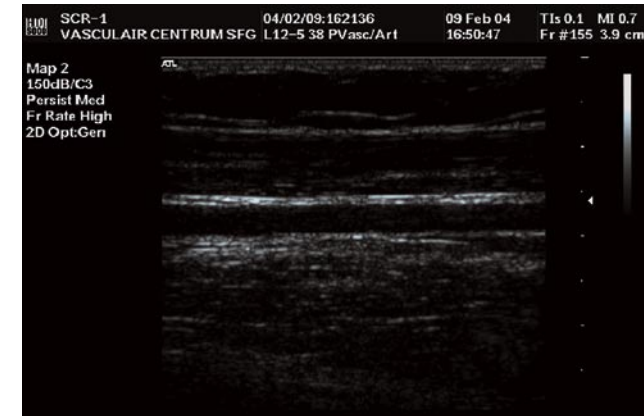
Afb. 37
ARTERIA AXILLARIS,
longitudinale scanrichting
met color-doppler



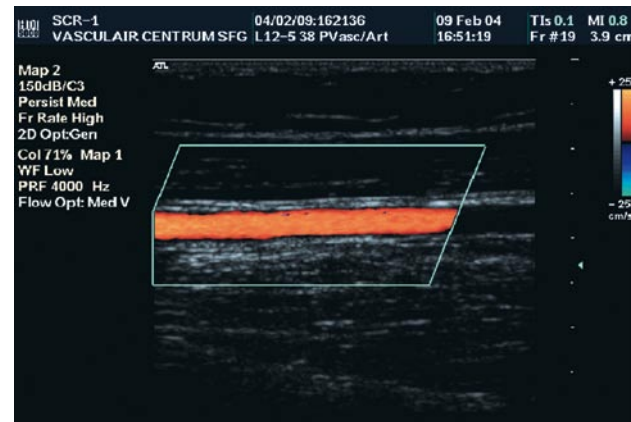
Afb. 38
ARTERIA AXILLARIS,
longitudinale scanrichting
met color-doppler
en pulsed-doppler



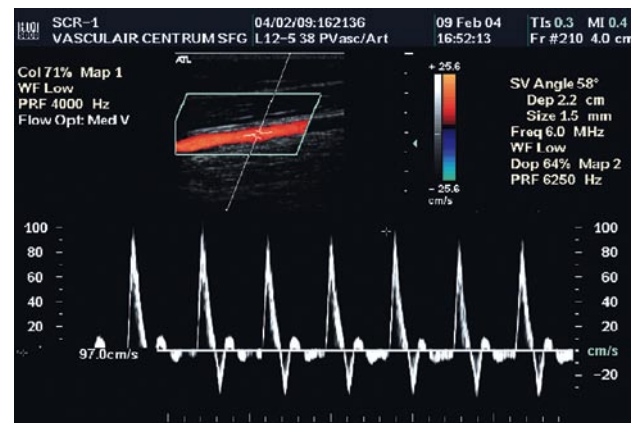
Afb. 39
Transversaal echobeeld
halverwege de linker
bovenarm:
1 ARTERIA BRACHIALIS
2 venae brachiales
3 vena basilica



Afb. 40
ARTERIA BRACHIALIS,
longitudinaal echobeeld

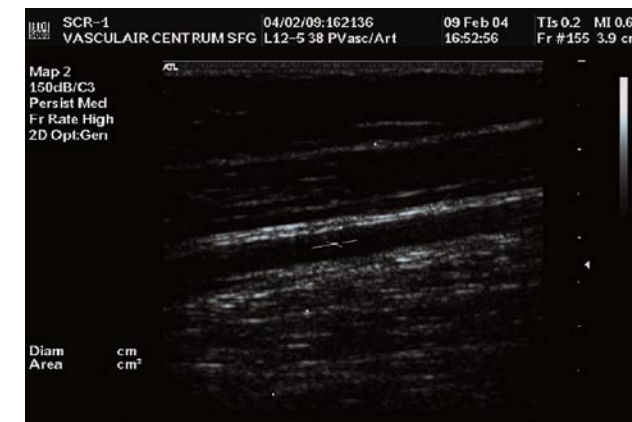


Afb. 41
ARTERIA BRACHIALIS,
longitudinale scanrichting
met color-doppler

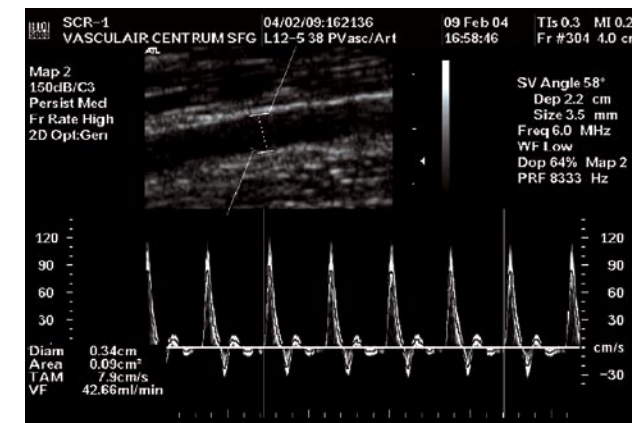


Afb. 42
ARTERIA BRACHIALIS,
longitudinale scanrichting
met color-doppler en pulsed
doppler

FLOWVOLUME-METING IN DE ARTERIA BRACHIALIS

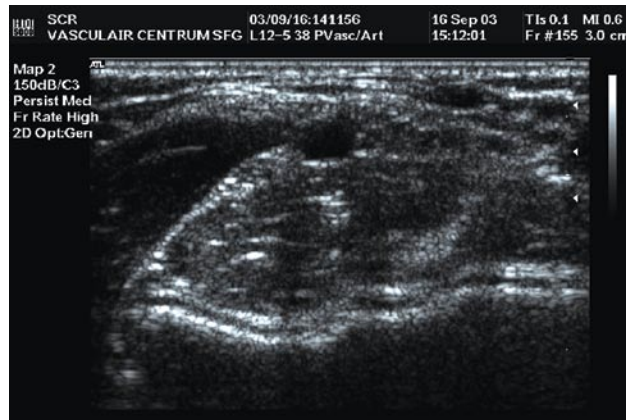


Afb. 43
Longitudinale scanrichting met de doppler-lijn en cursor in de correcte positie gebracht voor de flowvolume-meting

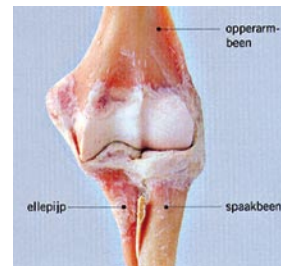


Afb. 44
Flowvolume-meting van
vier dopplerspectra: 42,66
ml/min.

Dit is precisiewerk! Ieder duplex-apparaat heeft een andere werkwijze bij flowvolume-metingen, raadpleeg de handleiding van het duplex-apparaat of informeer bij de applicatiespecialist



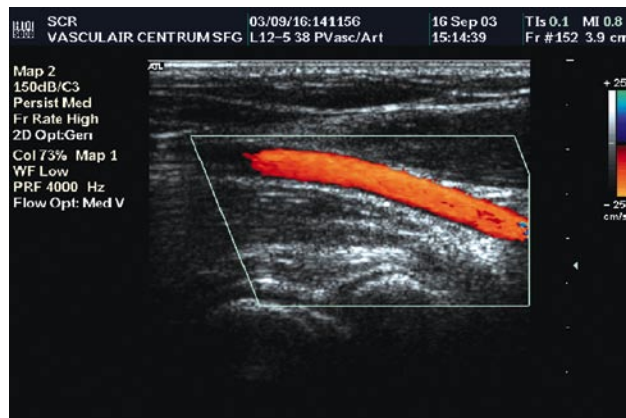
Afb. 45
ARTERIA BRACHIALIS
transversaal echobeeld
met de botstructuren in de
elleboogkuil als referentie-
punt



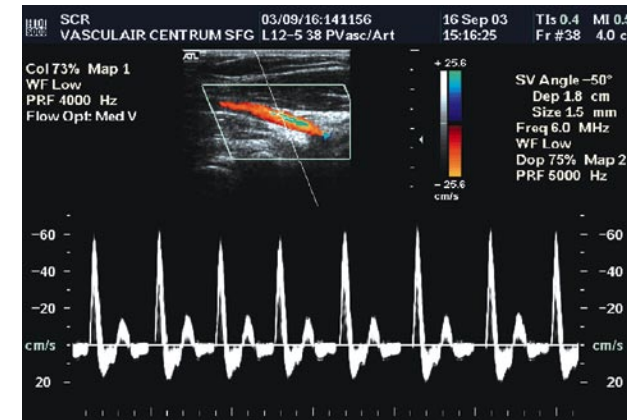
Afb. 46
Boven:
ellebooggewricht,
vooraanzicht¹⁹



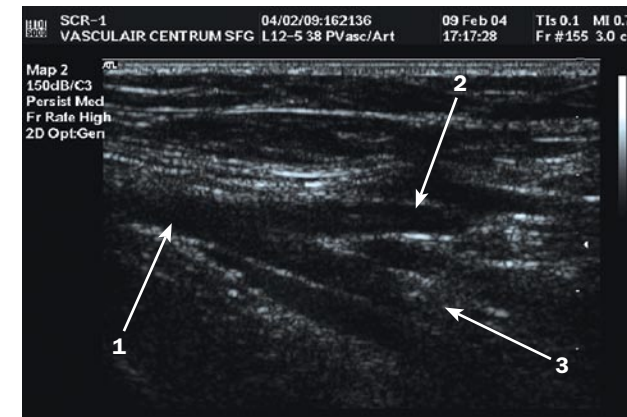
Afb. 47
ARTERIA BRACHIALIS,
longitudinaal echobeeld
met de botstructuren
van de elleboogkuil
als referentiepunt



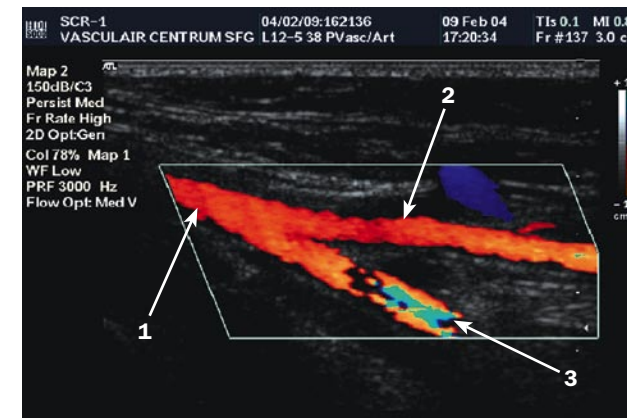
Afb. 48
ARTERIA BRACHIALIS,
longitudinaal echobeeld
met color-doppler en de
botstructuren van de elle-
boogkuil als referentiepunt



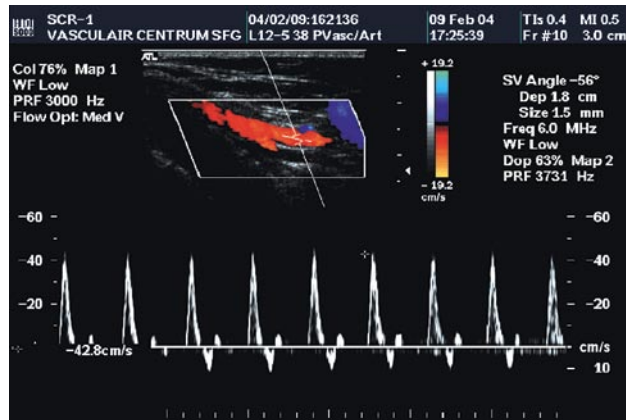
Afb. 49
ARTERIA BRACHIALIS,
longitudinaal echobeeld
met color-doppler en
pulsed-doppler



Afb. 50
Distaal van de elleboogkuil,
echobeeld van de bifurcatie:
1 arteria brachialis
2 arteria radialis
3 arteria ulnaris



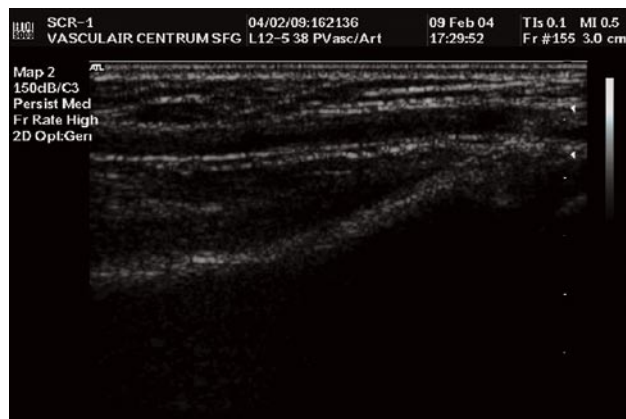
Afb. 51
Distaal van de elleboogkuil,
Color-dopplerbeeld van de
bifurcatie:
1 arteria brachialis
2 arteria radialis
3 arteria ulnaris



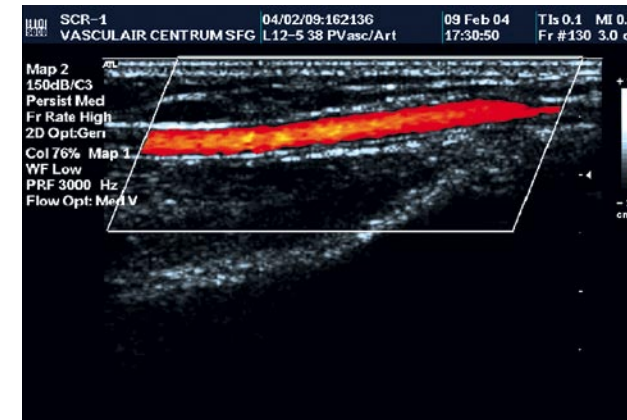
Afb. 52
Distaal van de elleboogkuil,
longitudinaal echobeeld van
de bifurcatie met
color-doppler en pulsed-
doppler



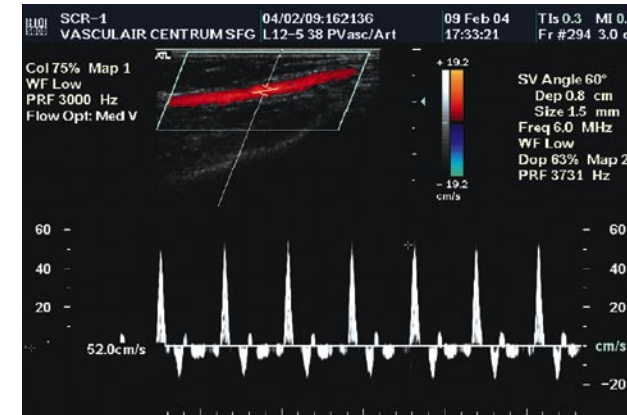
Afb. 53
ARTERIA RADIALIS,
transversale diameter-
meting ter hoogte van
het polsgewricht: 2,2 mm



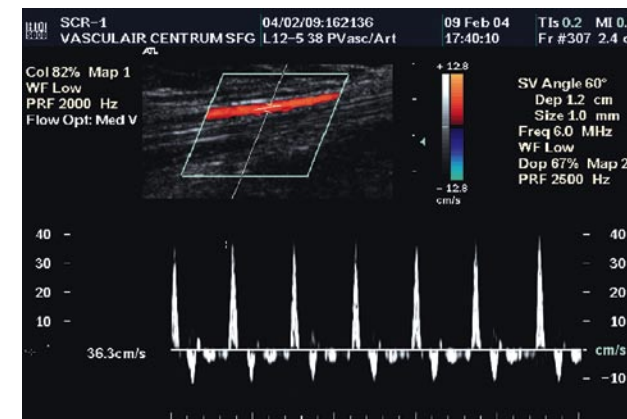
Afb. 54
ARTERIA RADIALIS,
longitudinaal echobeeld
ter hoogte van het
echografisch zichtbare
polsgewricht



Afb. 55
ARTERIA RADIALIS,
longitudinale scanrichting
met color-doppler



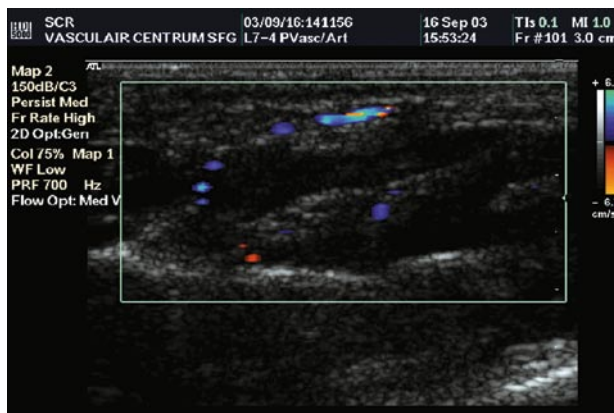
Afb. 56
ARTERIA RADIALIS,
longitudinale scanrichting
met color-doppler en
pulsed-doppler



Afb. 57
ARTERIA ULNARIS,
ter hoogte van het pols-
gewricht, longitudinale
scanrichting met color-
doppler en pulsed-doppler



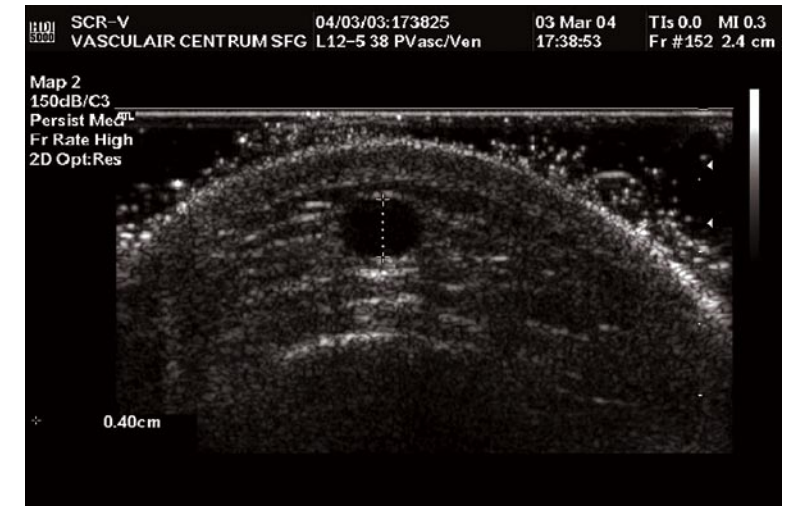
Afb. 58
Preparaat van de handarteriën
en onderarmarteriën¹⁹



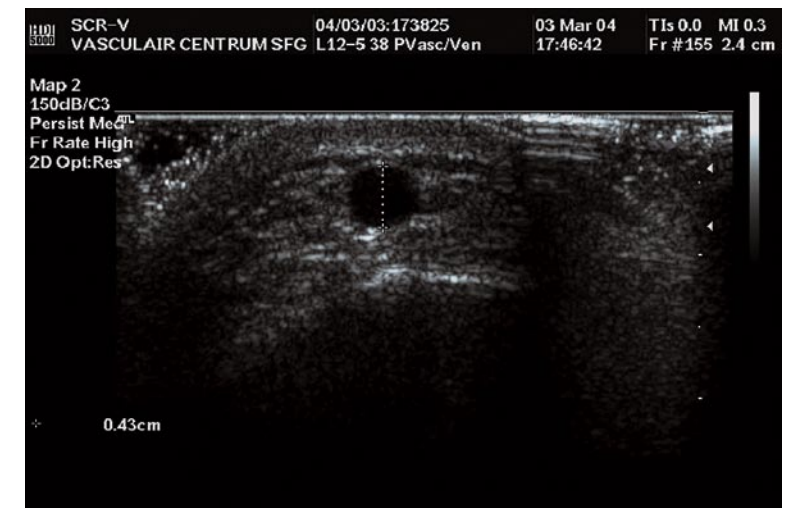
Afb. 59
Handarcade afgebeeld
met color-doppler

PRAKTIJK DUPLEXONDERZOEK: VENEUS

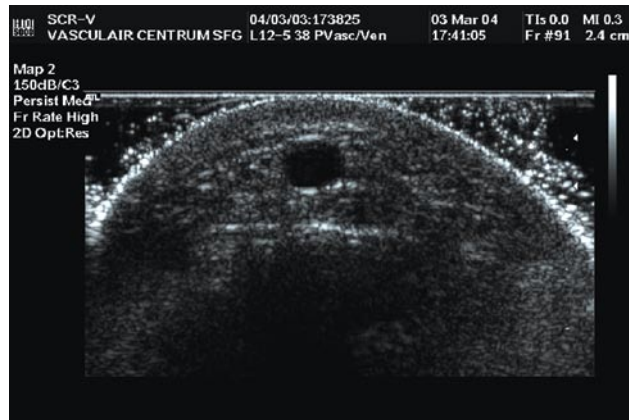
Rechterarm



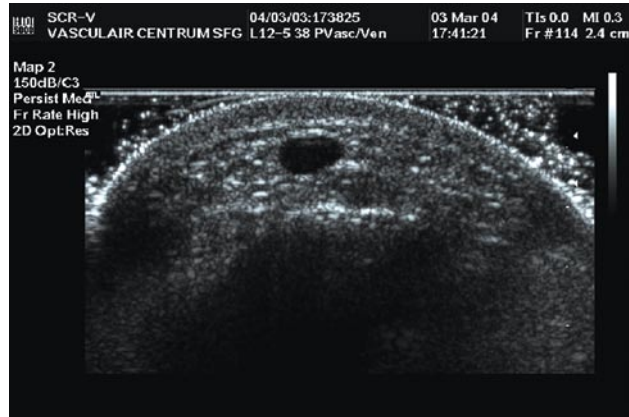
Afb. 60
VENA CEPHALICA,
transversale scanrich-
ting, diametermeting
(4 mm) ter hoogte
van het polsgewricht,
zonder stuwung



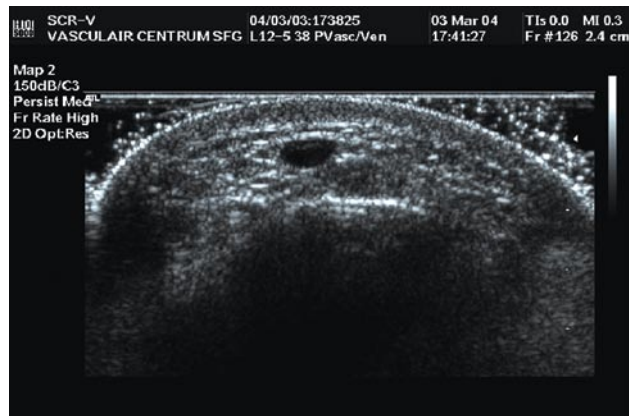
Afb. 61
VENA CEPHALICA,
transversale scan-
richting, diameter-
meting (4,3 mm)
ter hoogte van
het polsgewricht,
met stuwung



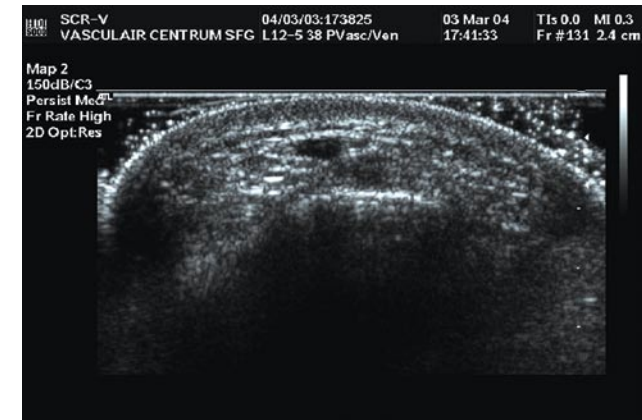
Afb. 62
VENA CEPHALICA,
controle op trombose
door transversale
compressie.
Volg afbeelding 62
tot en met 67.
Dit wordt toegepast in
alle veneuze segmenten
van de arm



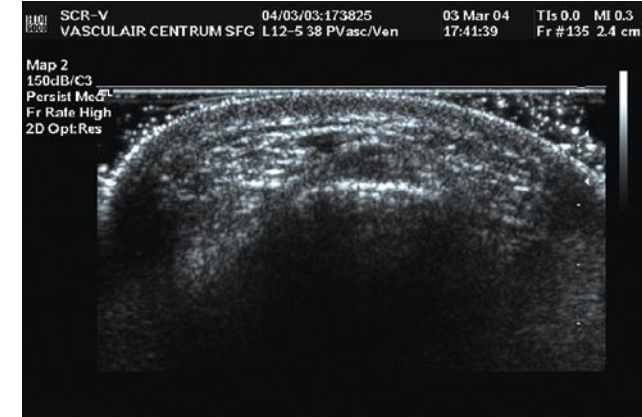
Afb. 63



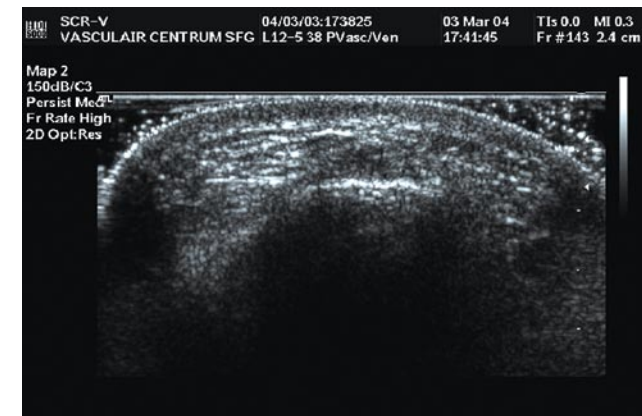
Afb. 64



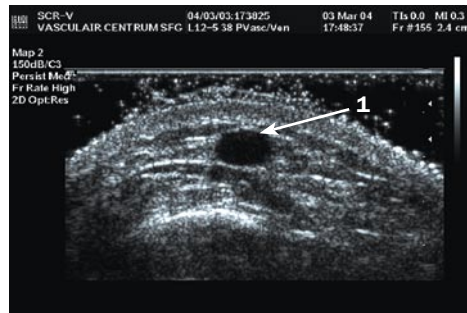
Afb. 65



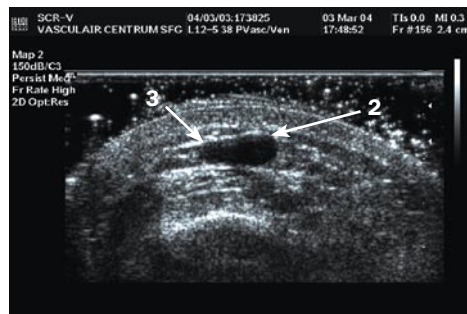
Afb. 66



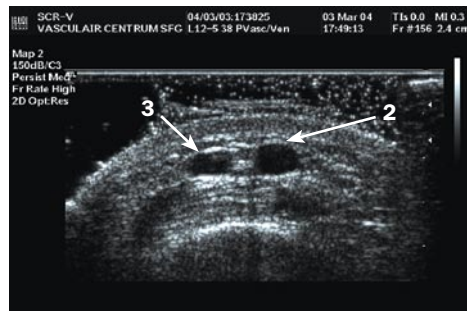
Afb. 67
VENA CEPHALICA,
conclusie: Goed com-
primeerbaar, dus geen
trombose op deze
locatie



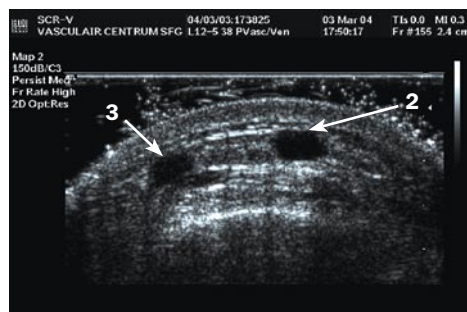
Afb. 68
VENA CEPHALICA,
transversale scanrichting van de rechter
onderarm. Vertakking net proximaal
(veelal tussen 4 a 7 cm) van het
polsgewricht.
1 vena cephalica
2 palmaire richting
3 dorsale richting.
Volg afbeelding 68 tot en met 71,
de beeldvolgorde verloopt van proximaal
naar distaal



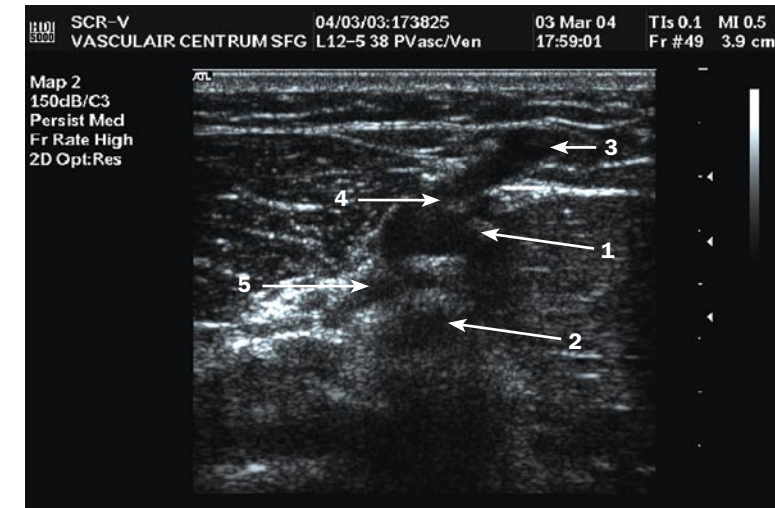
Afb. 69



Afb. 70

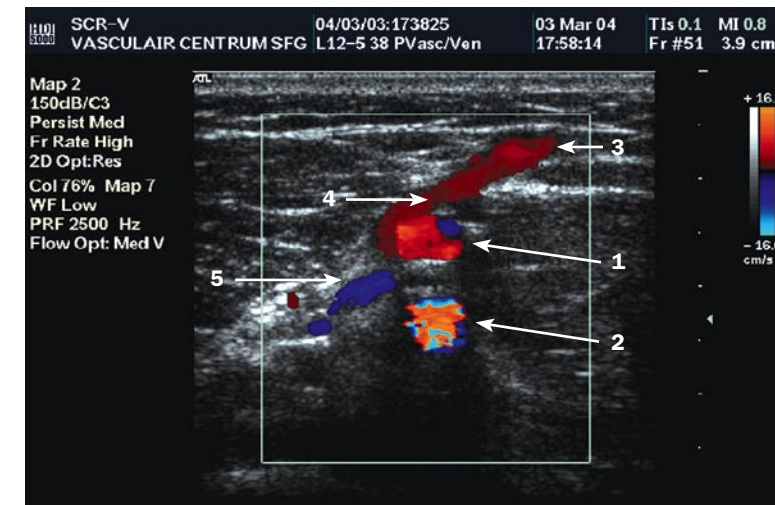


Afb. 71

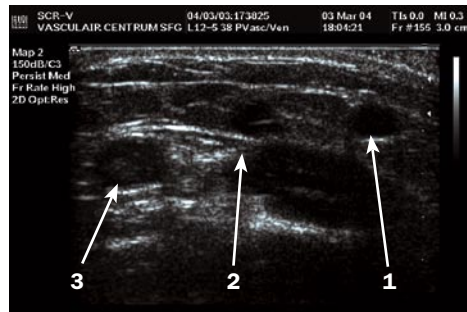


Afb. 72

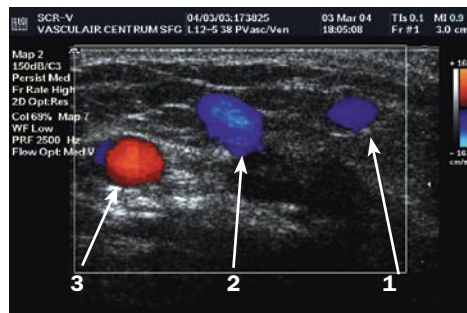
ELLEBOOGKUIL,
rechterarm net distaal van de elleboogkuil. De arteria radialis (1) en
arteria ulnaris (2) zijn reeds gesplitst. De vena cephalica (3) heeft hier
via een perforerende ader (4) verbinding met de vena ulnaris (5)



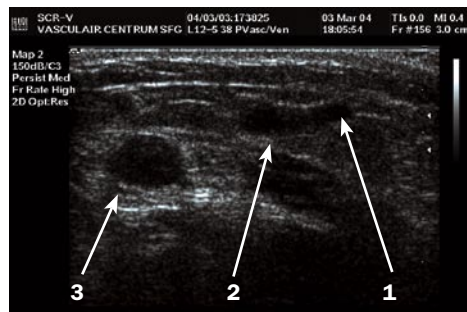
Afb. 73



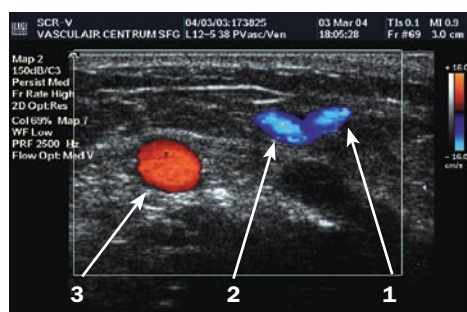
Afb. 74
ELLEBOOGKUIL,
rechterarm in transversale
scanrichting.
1 vena basilica
2 vena mediana cubiti
3 arteria brachialis



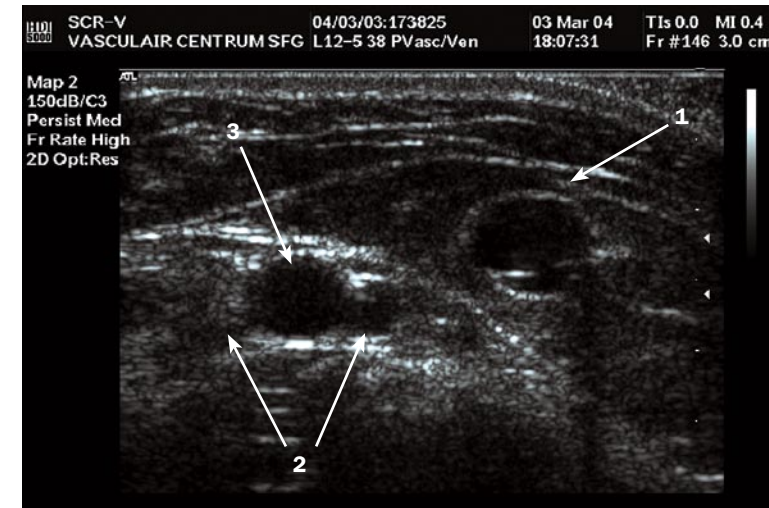
Afb. 75
ELLEBOOGKUIL,
rechterarm in transversale
scanrichting met color
doppler.
1 vena basilica
2 vena mediana cubiti
3 arteria brachialis



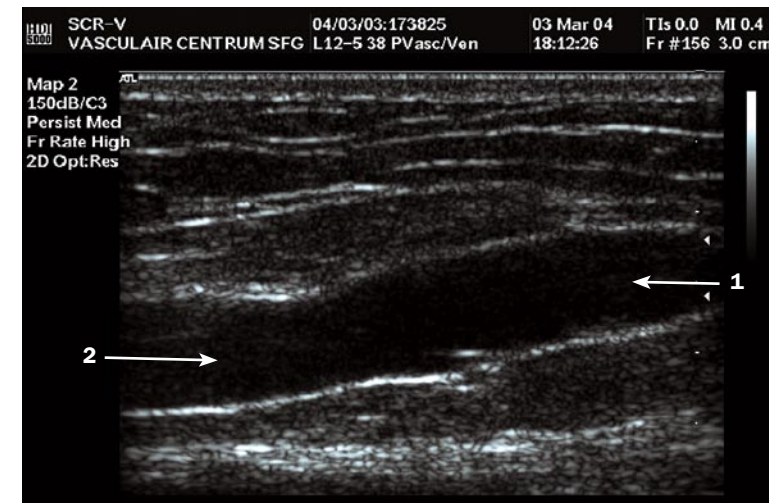
Afb. 76
ELLEBOOGKUIL,
rechterarm in transversale
scanrichting net boven de
elleboogkuil.
1 vena basilica
2 vena mediana cubiti
3 arteria brachialis



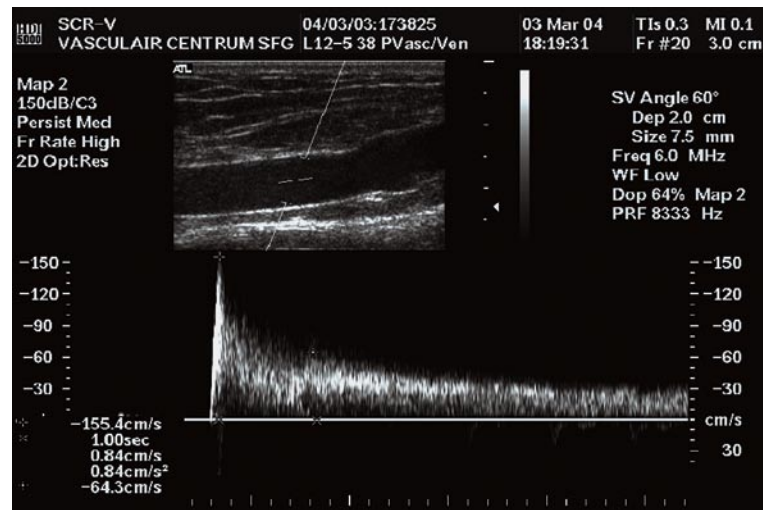
Afb. 77
ELLEBOOGKUIL,
rechterarm in transversale
scanrichting net boven de
elleboogkuil met color
doppler.
1 vena basilica
2 vena mediana cubiti
3 arteria brachialis



Afb. 78 RECHTER BOVENARM,
transversale scanrichting
1 vena basilica (kleppen zijn zichtbaar)
2 venae brachiales
3 arteria brachialis



Afb. 79
RECHTER BOVENARM,
Dezelfde locatie als
afb. 78 in longitudinale
scanrichting.
De 1-vena basilica mondt
hier uit in de 2-vena
brachialis



Afb. 80

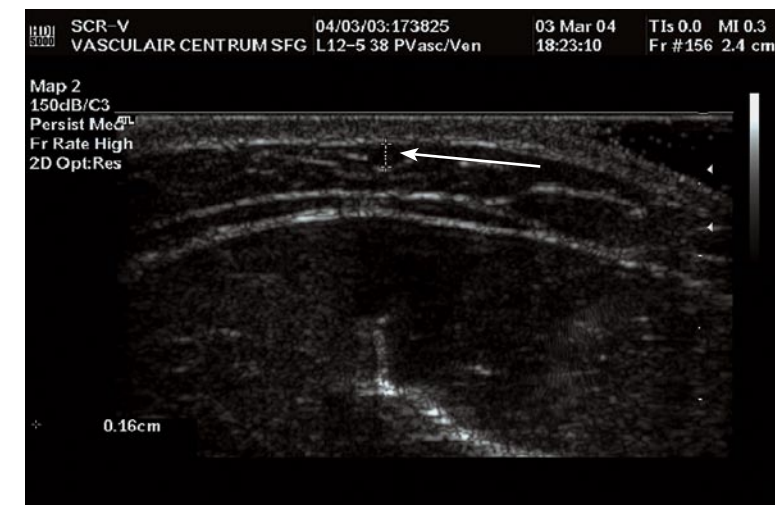
VENEUZE OUTFLOW

- Bepaling van de veneuze outflow met duplex wordt als volgt verricht:
- Plaats de cursor met het samplevolume zo groot mogelijk binnen de aderwanden in de vena brachialis, vervolgens in de vena cephalica en vena basilica in de bovenarm wanneer maximale stuwing is bereikt
- Bloeddrukband oppompen tot 70 mmHg en gedurende enige tijd de arm stuwen
- Laat de bloeddrukband abrupt leeglopen (dit kan alleen met een pneumatische cuff inflator) en registreer tijdens deze handeling het dopplersignaal. Hiervoor kan de veneuze preset gebruikt worden. Aangezien (voor veneuze begrippen) een hoge snelheid wordt bereikt bij het loslaten van de bloeddrukband is het aan te raden de basislijn en de schaal zo in te stellen dat de dopplergolfvorm in zijn geheel wordt weergegeven
- Berekening van de outflow: Binnen 1 seconde dient meer dan 50% afname van de dopplergolfvorm plaats te vinden. Op de basislijn wordt de tijd uitgezet en het dopplersignaal wordt gemeten op de topsnelheid en op de snelheid op exact 1 seconde
- In het bovenstaand voorbeeld is de outflow binnen precies 1 seconde van 155 cm/sec gedaald naar 64 cm/sec, dit is dus meer dan 50%
- Conclusie: Normale outflow in de vena brachialis

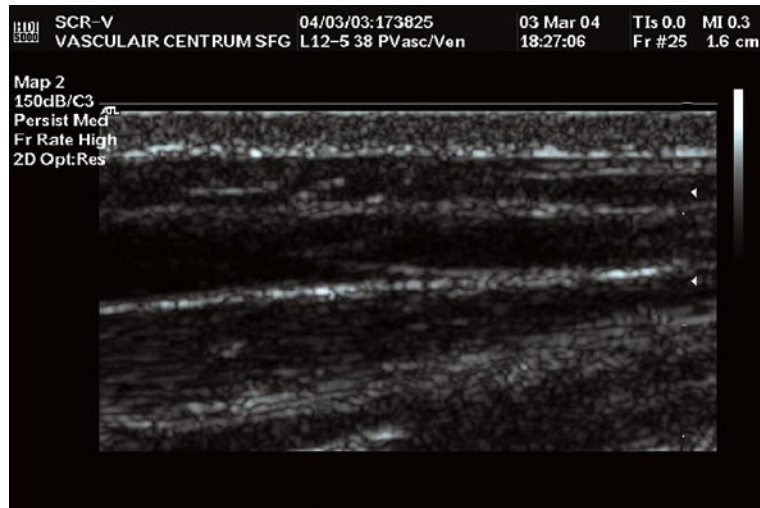


Afb. 81

VENA CEPHALICA, bovenarm in transversale scanrichting.
De diameter is 1.6 mm

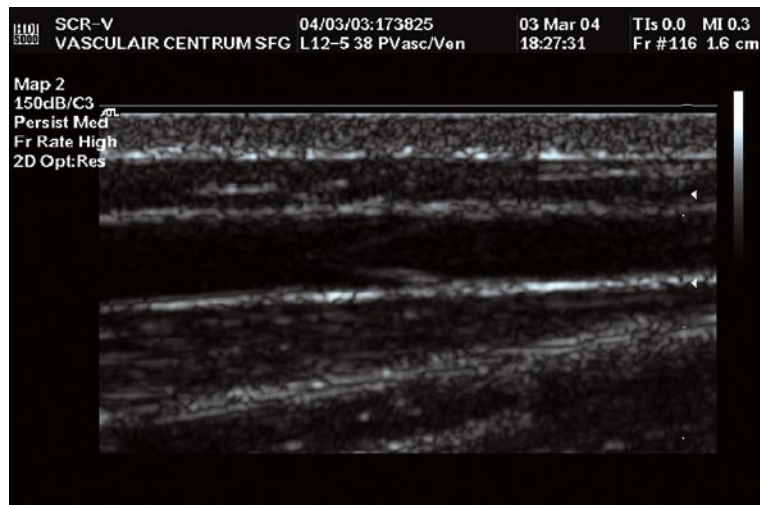


Afb. 82



Afb. 83

VENA BASILICA, bovenarm in longitudinale scanrichting.
De kleppen zijn echografisch duidelijk waarneembaar



Afb. 84

1. JHM Tordoir, Vascular Diagnosis. Fourth Edition, Eugene F. Bernstein. Hoofdstuk 70. Duplex scanning of haemodialysis access operations, blz. 599-607
2. A Bakran, V Mickley, J Passlick-Deetjen, Management of the renal patient: clinical algorithms on vascular access for haemodialysis 2003. ISBN 3-936142-86-6
3. NKF-K/DOQI clinical practice guidelines for vascular access; update 2000-2001, Am J Kidney Dis. 2001 Jan; 37 (1 suppl 1): S182-238. Erratum in: Am J Kidney Dis 2001 Aug; 38 (2): 422
4. R Putz, R Pabst, Atlas van de menselijke anatomie Sobotta. Tweede editie 2000
5. J Sands, The role of color-flow doppler ultrasound in the management of haemodialysis accesses. ASAIO J 1998; 44:41-43
6. G Wittenberg, T Schindler, A Tschammler, W Kenn, D Hahn, Value of color-coded duplex ultrasound in evaluating blood vessels, arteries and haemodialysis shunts. Ultraschall Med 1998; 19:22-27
7. KJW Taylor, PN Burns, PNT Wells, Clinical applications of Doppler ultrasound. Second edition 1995
8. V Wong, R Ward, J Taylor, S Selvakumar, TV How, A Bakran. Factors associated with early failure of arteriovenous fistulae for haemodialysis access. Eur J Vasc Endovasc Surg 1996; 12:207-213
9. MB Silva Jr, RW Hobson, PJ Pappas, Z Jamil, CT Araki, MC Goldberg, G Gwertzman, FT Padberg Jr. A strategy for increasing use of autogenous haemodialysis access procedures; impact of preoperative non-invasive evaluation. J Vasc Surg 1998; 27:302-307
10. M Malovrh. Non-invasive evaluation of vessel by duplex sonography prior to construction of arteriovenous fistulas for haemodialysis. Nephrol Dial Transplant 1998; 13:125-129
11. M Malovrh. Native arteriovenous fistula: preoperative evaluation. Am J Kidney Dis. 2002; 39:1218-1225

12. E Ascher, P Gade, A Hingorani, F Mazzorial, Y Gundus, M Fodera, W Yorkovich. Changes in the practice of angioaccess surgery: impact of dialysis outcome and quality initiative recommendations. J Vasc Surg 2000; 31:84-92
13. N Labropoulos, N Voltens, M Leon, AN Nicolaides. Vascular diagnosis, Fourth Edition, Eugene F. Bernstein. Hoofdstuk 23. Air plethysmography in arterial and venous disease, blz. 224-234
14. GP Gardner, PR Cordts, DL Gillespie, W LaMorte, J Woodson, JO Menzoian. Can air plethysmography accurately identify upper extremity deep venous thrombosis? J Vasc Surg 1993; 18:808-813
15. SA Carter, ER Hamel. Vascular diagnosis, Fourth Edition, Eugene F. Bernstein. Hoofdstuk 55, Role of pressure measurements. Blz. 486-512
16. J Rieger, T Sitter, M Toepfer, U Linsenmaier, KJ Pfeifer, H Schiffl. Gadolinium as an alternative contrast agent for diagnostic and interventional angiographic procedures in patients with impaired renal function. Nephrol Dial Transplant 2002; 17:924-828
17. F Dagher, R Gelber, E Ramos, J Sadler. The use of basilica vein and brachial artery as an AV-fistula for long term hemodialysis. J Surg Res 1976; 20:373-376
18. J Elcheroth, L de Pauw, P Kinnaert. Elbow arteriovenous fistulas for chronic haemodialysis. Br J Surg 1993; 18:391-396
19. G von Hagens, A Whalley, Körperwelten, de fascinatie van echtheid, expositie-catalogus, tweede editie
20. Rutherford, Vascular Surgery, fifth edition, volume 2, 2000; 1125, 1126

