



NVIC richtlijn

## CENTRAAL VENEUZE LIJN

NEDERLANDSE VERENIGING VOOR INTENSIVE CARE  
Commissie Richtlijnontwikkeling  
Werkgroep Centraal Veneuze Lijn

WERKGROEPLEDEN  
Dr. Hanneke Buter  
Bob Eikemans  
David Moolenaar  
Dr. Corstiaan den Uil

DATUM  
augustus 2016, versie 2

BELANGENCONFLICT  
geen

FINANCIËLE ONDERSTEUNING  
geen

## INHOUDSOPGAVE

Hoofdstuk 1. Algemene inleiding	3
Hoofdstuk 2. Controle van de stolling en bijbehorende maatregelen	4
Hoofdstuk 3. Hygiënemaatregelen en infectiepreventie	8
Hoofdstuk 4. Het bepalen van de optimale insertieplaats voor een centraal veneuze lijn	13
Hoofdstuk 5. Echogeleid versus anatomische landmarks	15
Hoofdstuk 6. Optimale CVL positie	17
Literatuur	18
Addendum: Afkortingen	26

## HOOFDSTUK 1. ALGEMENE INLEIDING

Doel van de richtlijn is, gebaseerd op recente literatuur, het geven van advies voor het inbrengen van een centraal veneuze lijn (CVL) of katheter en het voorkómen van centrale lijn geassocieerde bloedbaan infecties en lijnsepsis bij volwassen patiënten die opgenomen zijn op High Care (HC) of Intensive Care (IC) afdelingen.

De volgende uitgangsvragen worden in deze richtlijn volgens Richtlijnen 2.0 systematisch beantwoord[1]:

- 1. Welke stollingsparameters dienen vooraf aan het plaatsen van een CVL te worden bepaald en welke maatregelen zijn noodzakelijk in het geval van een afwijkende stolling?**
- 2. Welke hygiënemaatregelen zijn noodzakelijk rondom het inbrengen van een CVL?**
- 3. Wat is de voorkeurslokalisatie van inbrengen van een CVL in relatie tot het complicatie risico?**
- 4. Welke techniek van inbrengen heeft de voorkeur, echogeleid of klassiek (“anatomische landmarks” methode)?**
- 5. Wat is de optimale CVL positie? Dient routinematig een thoraxfoto te worden gemaakt ter documentatie van de (hoge) katheter positie en eventuele pneumothorax? Wat zijn de alternatieven?**

Literatuur werd gezocht in Januari 2016 en herzien in Augustus 2016 via Medline (PubMed U.S. National Library of Medicine) middels de volgende zoektermen: “Catheterization, Central Venous” AND (“Critical illness” OR “Critical Care”). De verkregen resultaten (n=903) werden versmald middels de volgende filters: Abstract aanwezig, publicatie in de afgelopen 5 jaar, humans, Engelse taal, volwassenen (n=100). Deze artikelen werden gescreend op relevantie betreffende de geformuleerde uitgangsvragen en waar mogelijk gerefereerd. Verder werden referentielijsten van (review) artikelen gescreend voor overige relevante literatuur en werden expert collega’s in het veld geraadpleegd.

Beoordeling van de literatuur vond plaats volgens het GRADE systeem. Het GRADE systeem is gebaseerd op een sequentiële beoordeling van de kwaliteit van het bewijs, gevolgd door een beoordeling van de voor- en nadelen en de ontwikkeling en gradering van een management aanbeveling. De waardering van de kwaliteit van het bewijs en de sterkte van het bewijs worden bewust gescheiden. Dit systeem kwalificeert de kwaliteit van het bewijs als hoog (GRADE A), matig (GRADE B), laag (GRADE C) en erg laag (GRADE D). Het GRADE systeem kwalificeert aanbevelingen als sterk (GRADE 1) of zwak (GRADE 2). De gradatie ‘sterk’ wordt van grotere klinische betekenis geacht dan de letters in niveau van kwaliteit van bewijs en wordt in deze richtlijn groen gemarkeerd.[2] GG betekent dat er geen gegradeerd bewijs is.

## HOOFDSTUK 2. CONTROLE VAN DE STOLLING EN BIJBEHORENDE MAATREGELEN

### Uitgangsvraag

Welke stollingsparameters dienen vooraf aan het plaatsen van een CVL te worden bepaald en welke maatregelen zijn noodzakelijk in het geval van een afwijkende stolling?

### Inleiding

In ongeveer 1% van de patiënten treedt na plaatsen van een CVL een belangrijke bloedingscomplicatie op.[3, 4] Dit risico is verhoogd bij een afwijkende stolling, en stollingsstoornissen komen frequent voor bij patiënten die zijn opgenomen op de IC.[5, 6] Het is daarom belangrijk om voorafgaand aan het prikken van een centraal veneuze lijn vast te stellen of er sprake is van een verhoogde bloedingsneiging en zo ja, of maatregelen getroffen kunnen worden om bloedingscomplicaties te voorkomen.

### Samenvatting van de literatuur

Voorafgaand aan het prikken van een CVL moet worden vastgesteld of er klinische verdenking bestaat op een verhoogde bloedingsneiging (o.b.v. voorgeschiedenis, anamnese en huidig ziektebeeld). Het gebruik van antistollingsmedicatie moet worden vastgelegd. Stollingsstoornissen zijn het resultaat van een verstoorde balans tussen de pro- en anticoagulantia onderdelen van het stollingssysteem.[5-7] Ziektebeelden die gepaard gaan met een verstoorde stolling worden genoemd in Tabel 1.[6]

Tabel 1: Ziektebeelden die gepaard gaan met verstoorde stolling

Verstoring hemostase	Hypothermie (temp < 34 °C) Ernstige acidose (pH < 7.25) Hypocalciëmie (geïoniseerd calcium < 1mmol/l)
Verworven trombocyten dysfunctie	Leverfalen Nierfalen Gebruik van ECMO / IABP
Trombocytopenie	Bloeding Verdunning bij massale transfusie Verbruik bij sepsis Myelosuppressie Mechanische beschadiging bij gebruik van extracorporele circuits
Verstoorde stolling anderszins	Verdunning en activatie van stollingsfactoren Vitamine K deficiëntie Secundair aan gebruik van anticoagulantia - Vitamine K antagonisten - Heparine en laag moleculair gewicht heparine - Directe orale anticoagulantia (DOAC's): directe trombine en Xa remmers - (Multiële) trombocytenaggregatie remmers
Diffuse intravasale stolling	Hyperfibrinolyse

Wanneer er op basis van de kliniek geen aanwijzingen zijn voor een verhoogde bloedingsneiging is het niet nodig om laboratorium onderzoek in te zetten (GRADE C1).[8, 9]

Voor het bepalen van de stollingsstatus van patiënten zijn enkele bepalingen voorhanden.

Met de protrombine tijd (PT) of de International normalised ratio (INR) kan een deficiëntie in de vitamine K afhankelijke stolling worden gemeten. Echter, verschillende observationele studies tonen aan dat een verlengde PT niet voorspellend is voor het ontstaan van een bloeding tijdens het plaatsen van een centraal veneuze lijn.[7, 10-13] In deze studies varieert de waarde van de PT of INR tussen 1.5 en 3. Binnen deze waarden lijkt er dus geen verhoogd bloedingsrisico te bestaan, mits de CVL wordt geplaatst door een ervaren intensivist, en daarmee bestaat ook geen ruimte voor profylactische stollingscorrectie.[14, 15]

Een licht verlengde Activated Partial Thromboplastin Time (APTT) tot 1.3 maal de normaalwaarde vergroot niet het risico op bloeding of hematoomvorming in afwezigheid van andere stollingsstoornissen.[5, 12] De waarde van het bepalen van de APTT is beperkt; de belangrijkste indicatie om de APTT te bepalen is bij verdenking op een verlengde stollingstijd na of tijdens gebruik van ongefractioneerde heparine zoals na hartchirurgie of vasculaire ingrepen.

Een trombocyten getal van  $\geq 50 \cdot 10^9/L$  is veilig[7], tot  $20 \cdot 10^9/L$  is waarschijnlijk acceptabel mits de procedure echogeleid en door een ervaren arts wordt uitgevoerd.[7, 16] De resultaten van de Nederlandse Multicenter Trial naar weglaten van correctie van trombocytopenie tussen 10 en  $50 \cdot 10^9/L$  worden in 2018 verwacht.[17]

Zowel het gebruik van tromboelastografie (TEG) als ROTEM zijn beschreven in verschillende patiëntengroepen op de IC. Tot nu toe is het bewijs om deze methoden te gebruiken in het kader van risicobepaling beperkt en daarom kan gebruik van een van deze methoden voorafgaand aan het plaatsen van een CVL nog niet worden aanbevolen.[7]

Welke maatregelen kunnen worden genomen ter correctie van afwijkende stollingswaarden?

Het profylactisch toedienen van Fresh Frozen Plasma (FFP) wordt niet aanbevolen om een verlengde PT of INR te corrigeren omdat er geen effect kon worden vastgesteld op het optreden van bloedingscomplicaties na een procedure (GRADE 1B).[7, 18] Het gebruik van FFP vergroot de kans op longschade en leidt tot een langere opnameduur.[7]

Bij een trombocyten aantal  $< 20 \cdot 10^9/l$  wordt een trombocyten transfusie geadviseerd om het risico op een bloeding te verkleinen (GRADE 2C).[19]

Een verlengde PT/INR tijdens het gebruik van vitamine K antagonisten kan worden gecorrigeerd met 4-factoren protrombine complex tot de INR een waarde heeft van  $\leq 1.5$ .[10]

Bij patiënten met monotherapie acetylsalicylzuur, NSAID's of profylactische antistolling zijn geen aanvullende maatregelen noodzakelijk (GRADE 2C), echter bij een combinatie van verschillende medicamenten is voorzichtigheid geboden (GRADE 2D).[10] Overweeg een trombocytentransfusie bij een trombocyten aantal van  $< 50 \cdot 10^9/l$  en gelijktijdig gebruik van een trombocytenaggregatie remmer.

Bij gebruik van DOAC's (dabigatran, rivoroxaban, edoxaban of apixaban) kan voorafgaand aan de procedure de APTT/PT worden bepaald en zo nodig (onvolledig) gecorrigeerd met 4-factoren protrombine complex.[20, 21] Ook kan ervoor worden gekozen de lijn te plaatsen op een dalspiegel moment en de volgende gift uit te stellen (expert opinion). Voor dabigatran bestaat het antidotum idarucizumab.[20]

Een afgenomen synthesefunctie van de lever leidt tot een toename van de protrombine tijd en leverfalen is geassocieerd met een afname van het aantal trombocyten. Bij chronisch leverfalen is bovendien de fibrinolytische capaciteit toegenomen omdat de lever de tissue plasminogeen activator niet kan afbreken.[5] De bloedingscomplicaties bij het prikken van een lijn zijn echter meer gerelateerd aan de procedure zelf (ervaring van intensivist, gebruik van real time echo) dan aan de stollingsstoornissen.[8, 12] Het advies is om bij alle patiënten met leverfalen vitamine K dagelijks intraveneus te suppleren.[22] Voorafgaand aan het prikken van een CVL bij patiënten met leverfalen wordt geadviseerd te streven naar een trombocyten aantal van  $> 50 \cdot 10^9/l$  en een fibrinogeen

gehalte van 1 – 1.5 g/L (expert opinion).[23] Gebruik van FFP o.b.v. PT of INR wordt niet aanbevolen gezien de potentiële trombotische complicaties.[22]

Bij diffuse intravasale stolling (DIS) leidt de consumptie van stollingsfactoren en trombocyten tot een verhoogde bloedingsneiging. Laboratoriumonderzoek toont een trombocytopenie, een verlengde protrombine tijd en APTT, een verlaagd fibrinogeen en toegenomen concentratie van fibrinogeen afbraak producten.[5] Op theoretische gronden kan echter een toename van DIS en orgaanfalen ontstaan bij toedienen van procoagulantia en voorzichtigheid is daarom geboden. In een internationale richtlijn zijn afspraken gemaakt over transfusiegrenzen.[24] Hierin staat dat bij patiënten die een ingreep moeten ondergaan bij een trombocyten aantal kleiner dan  $50 \times 10^9/l$  een transfusie moet plaatsvinden. Bij een PT/APTT ratio groter dan 1.5 maal de normaalwaarde kan worden overwogen om 15 tot 30 ml/kg FFP toe te dienen om de stollingsfactoren te vervangen. Bij een fibrinogeen gehalte lager dan 1.5 - 2.0 g/L kan worden overwogen om 2 gram fibrinogeen concentraat te geven (expert opinion).[24]

### Conclusies

Er is geen noodzaak voor correctie van licht tot matig gestoorde stollingswaarden voorafgaand aan prikken van een CVL.

### Overwegingen

Bij ernstiger stollingsstoornissen of gebruik van anticoagulantia zijn maatregelen beschreven om de kans op een bloedingscomplicatie te verkleinen waarbij moet worden opgemerkt dat het bewijs vaak gering is. Het risico op een bloeding bij het plaatsen van een CVL, wanneer de procedure wordt uitgevoerd onder echogeleiding en door een ervaren intensivist, is klein. Het besluit om stollingscorrectie uit te voeren zal mede worden bepaald door de inschatting en ervaring van de betrokken intensivist.

### Aanbevelingen

1.	1C	Voorafgaand aan het prikken van de CVL dient te worden nagegaan of er aanwijzingen zijn voor een verhoogde bloedingsneiging en dient het gebruik van antistollingsmedicatie te worden vastgelegd. Wanneer er geen aanwijzingen zijn voor een verhoogde bloedingsneiging is het niet nodig om laboratoriumonderzoek in te zetten.
2.	1C	Als laboratoriumonderzoek wordt ingezet, verdient het aanbeveling om zowel de PT als het trombocyten aantal te bepalen.
3.	2C	Bij een $INR \leq 3.0$ , trombocyten $>20 * 10^9/l$ of een $APTT \leq 1.3$ maal de normale waarde hoeven voorafgaand aan het plaatsen van een CVL geen aanvullende maatregelen te worden genomen.
4.	GG	Bij matig tot ernstige stollingsstoornissen wordt geadviseerd om bij het plaatsen van een CVL gebruik te maken van (real time) echografie en deze te laten plaatsen door een ervaren arts-assistent, fellow of intensivist.
5.	2C	Het profylactisch gebruik van FFP wordt in het algemeen niet aanbevolen.
6.	2C	Bij een trombocyten aantal $<20 * 10^9/L$ wordt een trombocyten transfusie geadviseerd.

7.	GG	Een verlengde PT/INR tijdens het gebruik van vitamine K antagonisten mag worden gecorrigeerd met 4-factoren protrombine complex tot een streefwaarde van $INR \leq 1.5$ .
8.	2D	Overweeg een trombocyten transfusie bij gebruik van een combinatie van trombocytenaggregatie remmers (en trombocyten aantal $< 50 \cdot 10^9/L$ ), of 4-factoren protrombine complex bij gebruik van DOAC's.

## HOOFDSTUK 3. HYGIËNEMAATREGELEN EN INFECTIEPREVENTIE

### **Uitgangsvraag**

Welke hygiënemaatregelen zijn noodzakelijk rondom het inbrengen van een CVL?

### **Inleiding**

Ziekenhuis-gerelateerde infecties zijn een belangrijke oorzaak van morbiditeit en mortaliteit. Binnen deze groep vormen centrale lijn geassocieerde bloedbaan infecties de grootste groep infecties.[25] Preventie van centrale lijn geassocieerde infecties vindt plaats door toepassing van een bundel van maatregelen, bestaande uit: handhygiëne en huid decontaminatie, maximale steriele barrière-voorzorgsmaatregelen, alles-in-een-sets, en verzorging van de lijn na inbrengen. Deze maatregelen worden hieronder achtereenvolgens behandeld. Tot slot wordt kort iets gezegd over het gebruik van antimicrobieel geïmpregneerde lijnen.

### **Samenvatting van de literatuur**

#### **Handhygiëne en huid decontaminatie**

De belangrijkste verwekkers van centrale lijn geassocieerde infecties zijn grampositieve huidbacteriën, meestal van de patiënt zelf.[26-30] De directe rol van handhygiëne op het voorkomen of verminderen van centrale-lijn-geassocieerde infecties is nooit onderzocht in een RCT. Wel zijn er veel interventie-gebaseerde studies en cohortstudies op basis waarvan aannemelijk mag worden geacht dat het toepassen van handhygiëne een positief effect heeft.[28, 31-36] Onder andere Pittet et al. in 2001[37] en Barrera et al. in 2011[31] toonden in prospectieve cohortstudies een relatie aan tussen toename in handhygiëne en afname in nosocomiale infecties. Berenholtz et al onderzochten in 2004[32] het effect van een bundel van maatregelen (waaronder educatie over handhygiëne) in gecontroleerde studie. Ook zij toonden een afname van het aantal nosocomiale infecties, echter het is niet mogelijk om het sec effect van handhygiëne hieruit te destilleren. Er zijn veel handhygiëne producten beschikbaar, maar meest gebruikt zijn de alcohol-bevattende en de chloorhexidine-bevattende middelen, naast de traditionele handzeep. Algemene richtlijnen voor handhygiëne in de gezondheidszorg geven een uitputtende samenvatting van de literatuur.[36]

Toepassing van huid decontaminatie wordt in de internationale literatuur ook wel skin-antisepsis genoemd. Een recent Cochrane review vond geen duidelijk bewijs dat skin antisepsis überhaupt bijdraagt aan het voorkomen van centrale lijn geassocieerde bloedbaan infecties, maar dat het gebruik van chloorhexidine-bevattende producten mogelijk het aantal katheter-gerelateerde bloedbaaninfecties doet afnemen ten opzichte van povidon-jodium-bevattende oplossingen (laaggradig bewijs). Gebaseerd op deze review lijkt het rationeel om te adviseren een vorm van skin-antisepsis te gebruiken, echter is het niet mogelijk om een duidelijke voorkeur voor een middel uit te spreken. In veel internationale richtlijnen wordt geadviseerd om het middel te laten drogen alvorens verder te gaan[38, 39]. Gebaseerd op de richtlijnen over handhygiëne[36] die stelt dat de duur van het contact van het hygiëneproduct met de huid bepaalt hoeveel bacteriën resteren (langer = beter) lijkt het rationeel om te een bepaalde periode te wachten; het is niet mogelijk om een specifieke tijdsduur te noemen.[40]

#### **Maximaal steriele barrière voorzorgsmaatregelen**

Vanwege de rol van huidbacteriën bij de pathogenese van een lijn-infectie zijn barrière maatregelen een logische toevoeging aan het repertoire. Mermel et al in 1991 toonde in een prospectieve studie van Swan-Ganz katheters dat het inbrengen op OK (onder minder steriele omstandigheden, want geen steriele doek of jas) in vergelijking met het inbrengen op ICU (onder maximale steriele barriere omstandigheden) gepaard ging met een verhoogd relatief risico (x2) op lijn-gerelateerde infectie.[30] Raad et al onderzochten in 1994 in een RCT bij 176 patiënten het effect van maximale steriele barrièremaatregelen (mondmasker, muts, steriele handschoenen, jas en grote doek) in verhouding



met slechts steriele handschoenen en een kleine steriele doek bij het inbrengen van een centrale lijn en vonden dat maximale steriele barrière maatregelen leiden tot significant lager voorkomen van centrale lijn geassocieerde bloedbaan infecties (2.3% vs 7.2%).[41] Sherertz et al. onderzochten in 2000 in een observationele studie het effect van o.a. educatie over steriele maatregelen tijdens inbrengen van centrale lijnen en vonden dat bij toepassing van steriele maatregelen de incidentie van centrale lijn geassocieerde bloedbaan infecties omgekeerd evenredig afnam.[42] Carrer et al voerden in 2005 een RCT uit waarbij ze bij 83 patiënten het effect onderzochten van het toepassen van maximale steriele barrière (mondmasker, muts, steriele handschoenen, steriele jas, steriele doek) vs. minimale steriele maatregelen (mondmasker, muts, steriele handschoenen, kleine steriele doek) bij het inbrengen van een centrale lijn en vonden een afname van 1/3 in de incidentie van lijn kolonisatie ten faveure van de maximale steriele barrière groep.[43]

Er is nauwelijks onderzoek gedaan naar het gebruik van de steriele hoes bij de Swan-Ganz katheter. Een Franse studie in 1998[44] vond dat het gebruik van een Swan-Ganz katheter met steriele hoes versus een Swan-Ganz katheter zonder steriele hoes leidt tot minder katheter-gerelateerde bloedbaaninfecties.

In de internationale richtlijnen en in Nederland is brede consensus over het gebruik van bovenstaande barrière (bundel)maatregelen.[30, 41-43, 45-47]

### **Alles-in-een sets**

Om de compliantie met bovenstaande maatregelen te verhogen ligt het voor de hand om toegang tot alle benodigde materialen zo laagdrempelig mogelijk te maken. Het gebruik van alles-in-1-sets of een verrijdbare kast is niet als losstaande interventie onderzocht in een RCT. Wel zijn er diverse interventie-gebaseerde studies die dit onderzocht hebben als onderdeel van een bundel van maatregelen.[32, 48, 49]

De voornaamste voordelen van alles-in-een sets lijken te zijn dat 1) de compliantie met alle bovenstaande maatregelen sterk verbetert door een toename in gebruiksgemak, 2) er uniformiteit is in de gebruikte materialen, en 3) er zo weinig mogelijk interrupties zijn tijdens het inbrengen, wat de steriliteit ten goede komt.[28, 32, 50]

Berenholtz et al onderzochten in 2004[32] in een prospectieve cohortstudie met controlegroep het effect van een bundel van maatregelen (onderwijs, creëren van een CVL-insertiekar, dagelijkse vraag of de lijn kon worden verwijderd, implementeren van een checklist, en het stimuleren van verpleegkundigen de procedure te stoppen bij schending van de richtlijn) op de incidentie van centrale lijn geassocieerde bloedbaan infecties en vonden een sterke afname in de incidentie daarvan. Young et al onderzochten in 2006[48] in een voor-na interventie cohort wat het effect was van het samenvoegen van reeds beschikbaar materiaal in een gespecialiseerde alles-in-1-set op de incidentie van centrale lijn geassocieerde bloedbaan infecties. Zij vonden dat, hoewel individuele componenten van de alles-in-1-set (grotere steriele doek, chloorhexidine i.p.v. povidon-jodium) ruimschoots beschikbaar waren en de staf was onderwezen over de voordelen hiervan, deze materialen voor de interventie nauwelijks gebruikt werden. Na de interventie (de nieuwe alles-in-1-set was het enige beschikbare materiaal) daalde het voorkomen van lijn gerelateerde infecties. Galpern et al onderzochten in 2008[49] in een voor-na interventie cohort wat het effect was van een bundel van maatregelen (maximale barrière maatregelen, handhygiëne, skin-antiseptis, het gebruik van een gespecialiseerde centrale lijn kar en het vermijden van femorale lijnen) op het voorkomen van katheter-gerelateerde infecties en vonden een duidelijke daling in het voorkomen hiervan.

### **Verzorging van de lijn**

Verzorging van de lijn houdt in het al-dan-niet fixeren van de lijn met hechtingen, de materiaalkeuze bij het gebruik van pleisters en de frequentie van vervanging, het soort afsluitdopjes dat gebruikt wordt, het al dan niet flushen van de lijn na gebruik en het wisselen van een bestaande lijn over een voerdraad.

Een recente Cochrane analyse onderzocht onder andere het effect van fixatie-methode (hechtingen, hechting-vrije pleister (Sutureless-tape)) op het voorkomen van katheter-gerelateerde lijninfectie, maar kon op basis van het beschikbare bewijs geen aanbeveling doen.[51] Vinjirayer onderzocht in 2004 in een zeer kleine prospectieve gerandomiseerde trial (20 patiënten) het gebruik van nietjes bij de fixatie van een centrale lijn ten opzichte van het gebruik van klassieke hechtingen en vond dat hoewel het gebruik van nietjes tijdswinst opleverde, dit niet opwoog tegen het verhoogde risico van lijndislocatie.[52] Vele auteurs (oa [53]) wijzen op het potentiële gevaar van lijndislocatie bij een instabiele patiënt met bijvoorbeeld hoge dosering vasopressie. In het licht van bovenstaande lijkt het niet bewezen voordeel van minder lijninfecties niet op te wegen tegen het reële risico van lijndislocatie.

Dezelfde Cochrane analyse toont aan dat bij gebruik van een pleister geïmpregneerd met chloorhexidine gluconaat ten opzichte van iedere andere soort pleister de incidentie van een lijn gerelateerde infectie afneemt (RR 0.60, 95% CI 0.39-0.93).[51] De geïnccludeerde studies verschilden onderling met betrekking tot de frequentie van pleistervervanging. Een andere Cochrane analyse vergeleek een langer interval tussen pleistervervanging (5-15 dagen) met een korter interval (2-5 dagen) en vond geen verschil in lijninfecties.[54] Eenmaal per week vervangen (of eerder in geval van verzadiging met bloed of loslating) lijkt rationeel. In navolging van het handhygiëne en huid decontaminatie-onderdeel (zie boven) ligt het voor de hand om bij het verzorgen van de lijn schone of steriele handschoenen te dragen en om na het verwijderen van de pleister de huid rondom de insteekopening te decontamineren met een oplossing van chloorhexidine en ethanol en deze volgens te drogen aan de lucht alvorens een nieuwe pleister te plakken. In de literatuur wordt gewaarschuwd te letten op erosieve contact dermatitis.[55]

Het gebruik van 'needleless' afsluitdopjes is geassocieerd met een lagere incidentie van bacteriële contaminatie. Onder andere Casey et al onderzochten dit in 2007[56] in een klinische RCT waarbij ze het gebruik van needleless connectoren dopjes vergeleken met het gebruik van standaard afsluitdopjes, die bij gebruik losgedraaid moeten worden. In beide groepen werden de connectoren voor gebruik gedecontamineerd met isopropylalcohol. Zij vonden een lagere incidentie van bacteriële connector-kolonisatie in de groep met de needleless connectoren. In de studie werden alle lijnen na 3 dagen verwijderd. Er kan op basis van huidig bewijs geen advies worden gegeven over de frequentie van vervanging. Het lijkt logisch om de afsluitdopjes in ieder geval iedere derde dag te vervangen, maar mogelijk is een langere termijn, tot zeven dagen, ook veilig.[56]

Hoewel er geen bewijs is, wordt geadviseerd om een centraal veneuze lijn door te spuiten met een zoutoplossing na iedere injectie of afname van bloed.[57] Er is geen verschil aangetoond tussen doorspuiten met een zoutoplossing gevolgd door afsluiten met heparine of zout betreffende voorkomen van infectie of occlusie [80-82].[58-60]

Bij verdenking lijninfectie en zeker bij (herhaaldelijk) positieve bloedkweken dienen alle lijnen te worden gewisseld. Het dagelijks risico van CVL-gerelateerde infectie is constant en het infectierisico is direct gerelateerd aan de duur die de CVL in situ is.[61] Routinematig wisselen van de CVL vermindert het aantal infecties per CVL, maar verandert het aantal infecties per katheterdag niet. Gerandomiseerde studies en meta-analyses hebben geen voordeel laten zien van routine wissel a 3-7 dagen en zo'n strategie brengt extra risico op mechanische complicaties met zich mee.[62, 63]

Vanzelfsprekend dient een CVL die niet langer noodzakelijk is, zo snel mogelijk te worden verwijderd. Bij Swan-Ganz katheters is het in situ laten voor langer dan 4-5 dagen geassocieerd met lijninfectie.[64, 65]

In het geval van disfunctioneren van de lijn kan de lijn gewisseld worden over een voerdraad. Cobb et al onderzochten in 1992[62] in een RCT met 4 groepen het effect van routine wisselen van een centrale lijn vs op indicatie wisselen en het effect van wisselen over een voerdraad vs. nieuwe lijn plaatsen. Zij vonden geen significant verschil tussen de verschillende groepen, echter de groeps grootte was klein (ongeveer 40 patiënten per groep). Er waren meer infectieuze complicaties in de groepen waarbij de lijn werd gewisseld over een voerdraad en er waren meer mechanische complicaties in de groepen waarbij nieuwe centrale lijnen werden geplaatst. Cook et al publiceerden in 1997 een review van de literatuur[66] en vonden 12 RCT's die hadden gekeken naar het verschil in infectieuze complicaties tussen wisselen over een voerdraad vs. nieuwe lijn plaatsen. Bovenstaande studie zat ook in deze review. Alle geïncludeerde studies waren klein (minder dan 100 patiënten), en geen van de geïncludeerde studies vonden een significant verschil. De auteurs van de review vonden een trend naar minder infectieuze complicaties maar meer mechanische complicaties bij het plaatsen van een nieuwe lijn vs. het wisselen over een voerdraad. Op basis van bovenstaande kan geen sterke aanbeveling worden gedaan. Hoewel het wisselen van een centrale lijn over een voerdraad geassocieerd is met een lagere kans op mechanische complicaties (bijvoorbeeld nuttig in geval van ernstige stollingsstoornis), is er een hogere kans op infectie in vergelijking met het plaatsen van de lijn op een nieuwe locatie.

### **Gebruik van met antibiotica geïmpregneerde lijnen**

Er is bewijs dat het gebruik van, met een antimicrobieel middel, geïmpregneerde CVL de incidentie van lijnkolonisatie en lijn geassocieerde bloedbaan infecties bij IC-patiënten verlaagt.[67, 68] Gunstige effecten op harde uitkomstmaten als klinische sepsis en mortaliteit zijn echter niet aangetoond.[69]

### **Conclusies**

Preventie van centrale lijn geassocieerde infecties gebeurt optimaal door educatie en toepassing van een preventiebundel, bestaande uit handhygiëne, huid decontaminatie, barrière- en verzorgingsmaatregelen.[70-72] De compliance met bovenstaande maatregelen kan worden vergroot door het gebruik van alles-in-één-sets of een verrijdbare kast. Maak na inbrengen gebruik van een pleister geïmpregneerd met chloorhexidine-gluconaat. Het gebruik van needleless-afsluitdopjes is geassocieerd met een lagere incidentie van hub-contaminatie en leidt mogelijk tot minder infecties.

### **Aanbevelingen**

9.	1B	Voor het plaatsen van een centrale lijn dienen de handen te worden gedecontamineerd met een tenminste 60% alcohol-bevattend handhygiëneproduct. Indien de handen zichtbaar vervuild zijn, dienen deze eerst te worden gereinigd met water en zeep.
10.	1C	Voor het inbrengen van een centrale lijn dient de huid gedecontamineerd te zijn met een chloorhexidine bevattend middel. Dit middel dient opgedroogd te zijn voor optimale werkzaamheid.
11.	1B	De operateur dient naast het dragen van steriele handschoenen voorzien te zijn van een muts, mondmasker en steriele jas.
12.	2C	De patiënt dient geheel te zijn afgedekt met een full-body-size steriele doek.

13.	2C	Handhygiëne dient te worden toegepast voor en na het palperen van de huid. De huid wordt niet meer gepalpeerd na het toepassen van huid decontaminatie zonder toepassing van bovenstaande maatregelen (aseptische techniek).
14.	2C	De omloop dient te zijn voorzien van handschoenen, muts en mondkapje, tenzij deze zich in of over het steriele veld begeeft: dan gelden dezelfde voorzorgsmaatregelen als voor de operateur.
15.	2D	Bij het inbrengen en het gebruik van een arteria pulmonalis catheter dient gebruik te worden gemaakt van de steriele hoes.
17.	2C	Het is aan te raden om alle benodigde spullen voor het inbrengen van de CVL zo veel mogelijk als alles-in-een set beschikbaar te maken, of deze samen te brengen in een verrijdbare kast.
18.	2B	Fixatie van de lijn zonder hechtingen vermindert de kans op lokale infectie, maar wordt afgeraden gezien het toegenomen risico op accidentele verwijdering.
19.	1B	De insertieplaats dient afgedekt te worden met een pleister geïmpregneerd met chloorhexidine.
20.	1C	Gebruik van needleless afsluitdopjes wordt aanbevolen om de kans op CVL kolonisatie te verkleinen. Deze dopjes moeten iedere drie tot zeven dagen worden vervangen.
21.	1B	Een CVL die niet langer noodzakelijk is, dient zo snel mogelijk te worden verwijderd. Swan-Ganz katheters dienen maximaal 5 dagen in situ te blijven.
22.	1A	Routinematig wisselen van de CVL om infectie te voorkomen, wordt niet aanbevolen.
23.	2B	Het wisselen van een CVL over een voerdraad wordt in het algemeen ontraden vanwege een hogere kans op infectie.
24.	2A	Gebruik van met een antimicrobieel middel gecoate CVL moet worden overwogen.

## HOOFDSTUK 4. HET BEPALEN VAN DE OPTIMALE INSERTIEPLAATS VOOR EEN CENTRAAL VENEUZE LIJN

### **Uitgangsvraag**

Wat is de optimale locatie voor het plaatsen van een centraal veneuze lijn?

### **Inleiding**

Er zijn 3 majeure locaties waar centraal veneuze lijnen geplaatst worden: Vena jugularis interna, vena axillaris/subclavia en vena femoralis. Het is zeker niet bewezen dat centraal veneuze lijnen met perifere toegang (PICC) lagere risico's hebben op infectie of trombose (mogelijk zelfs meer risico).[73-75] Deze worden hier dan ook niet besproken.

De locatie van centraal veneuze toegang zal per patiënt afgewogen moeten worden aan de hand van de (on)mogelijkheden om een toegangsweg te verkrijgen; denk hierbij aan bekend getromboseerde vaten, veranderde anatomie door een operatie of trauma die het plaatsen van een katheter onaantrekkelijk maakt, of huiddefecten waardoor het steriel inbrengen en verzorgen van de lijn wordt bemoeilijkt. Ook het positioneren van een patiënt kan moeilijk of zelfs onmogelijk zijn door bijvoorbeeld kortademigheid of mechanische beletsels wat van invloed kan zijn op de keuze voor de locatie. Verder zal het risicoprofiel op complicaties bij een patiënt invloed hebben op de keuze voor een locatie: bij een patiënt met verhoogde bloedingsneiging valt een goed afdrukbare plaats zoals de vena femoralis of jugularis eerder te overwegen dan een vena subclavia.[76] Bij unilateraal longlijden is het verstandig bij het plaatsen van een centraal veneuze lijn in de vena jugularis interna of vena subclavia te kiezen voor de aangedane zijde. Ook kan het ingeschatte toekomstig gebruik van een specifiek vat meespelen in de overweging een vat niet te kiezen; bijvoorbeeld het sparen van de vena subclavia bij verwachte dialyse behoefte in de toekomst, om subclaviastenose te voorkomen zoals wordt geadviseerd in de KDIGO richtlijn.[76-78] Voorts is het gebruiksgemak voor de patiënt een overweging: de mogelijkheid om te mobiliseren met een centraal veneuze katheter in de vena jugularis interna of vena subclavia ten opzichte van een lijn in de vena femoralis, alsmede het draagcomfort dat minder kan zijn bij een centraal veneuze katheter in de vena jugularis interna. Ook de mogelijkheid om centraal veneuze saturatiemetingen te kunnen verrichten kan een overweging zijn te kiezen voor een vena jugularis interna of vena subclavia.

De lijn in de vena subclavia kan ook via een supraclaviculaire (echogelegeide) benadering worden geplaatst.[79] Soms zou deze plaatsing eenvoudiger zijn dan via de infraclaviculaire route, zeker wanneer dit gebeurt door artsen met ervaring in deze benadering.[80] Er zijn geen data bekend over infectieuze of andere complicaties via deze route.

### **Samenvatting van de literatuur**

Bij het plaatsen van een centraal veneuze lijn kunnen lange en korte termijn complicaties optreden.

#### **Korte termijn complicaties:**

Traumatische complicaties en dysfunctie

Bij het plaatsen van een centraal veneuze katheter in de vena subclavia worden meer malposities beschreven ten opzichte van de vena jugularis interna (9 versus 1%).[12, 76] Bloedingen worden meer gezien bij het gebruik van de vena jugularis interna ten opzichte van de vena femoralis.[81]

Bij plaatsen van een lijn in de vena subclavia is er een toename van de incidentie van pneumothorax.[61]

Bij een dialysekatheter wordt meer katheterdysfunctie gezien, gedefinieerd als de noodzaak tot wisselen van katheter bij het niet in staat zijn om een adequate bloedflow te handhaven, als deze worden geplaatst in de linker vena jugularis interna ten opzichte van de rechter of een van beide venae femorales.[82] Daarom valt te overwegen bij het plaatsen van een dialysekatheter om primair te kiezen voor de vena jugularis rechts of de vena femoralis in plaats van de jugularis links.

### Lange termijn complicaties:

#### Trombo-embolische complicaties

Hoe groter de diameter van de lijn, hoe groter het risico op veneuze trombose.[83] Bij (dunnere) centraal veneuze lijnen die gebruikt worden voor medicatie en voeding is de vena femoralis in enkele studies geassocieerd met hoger trombose percentage dan de vena jugularis interna of de vena subclavia.[84-86] In vergelijking met de vena jugularis geeft een lijn in de vena subclavia minder trombose.[61]

#### Stenose van het bloedvat

Het gebruik van de vena subclavia is geassocieerd met een kans op vaatstenose (drie vormen: fibrinedepositie, trombose en stenose; zowel symptomatisch als asymptomatisch). Dit kan met name relevant zijn bij eventuele toekomstige hemodialyse.[78]

#### Infectieuze complicaties

De incidentie van kolonisatie van lijntips per 1000 katheterdagen is hoger bij een katheter in de vena femoralis ten opzichte van een katheter in de vena subclavia.[84] Er bestaat geen verschil in incidentie van kolonisatie tussen een lijn in de vena femoralis en de vena jugularis.[61, 81, 87, 88] Hoewel er in gerandomiseerd onderzoek aanwijzingen zijn dat centrale lijn geassocieerde bloedbaan infecties vaker voorkomen bij femoralis- en jugularis-katheters dan bij subclavia-katheters[61], blijkt in meta-analyse geen verschil tussen de verschillende locaties (incidentie 2,5 per 1000 katheterdagen).[27, 81, 84-86, 89-96].

### Conclusies

De keuze van een locatie voor het plaatsen van een CVL hangt af van meerdere patiënt en gebruik gerelateerde gegevens. Daarom is een eenduidig advies over locatiekeuze niet te geven. De keuze zal daarom door de intensivist gemaakt moeten worden op basis van de karakteristieken van de patiënt.

### Aanbevelingen

25.	GG	Er kan geen altijd geldende voorkeur worden aangegeven voor een locatie (jugularis, subclavia of femoralis). Bij een stollingsstoornis heeft een goed afdrukbare punctieplaats de voorkeur. Voor het bepalen van de locatie dient rekening te worden gehouden met overige specifieke wensen (ScvO2 monitoring, mobilisatie, sparen van de subclavia bij verwachte toekomstige dialysebehoefte) en patiënt kenmerken (orthopneu, mechanische beletsels, longlijden).
26.	2A	Ter voorkoming van kolonisatie van de lijn en trombose, geniet plaatsing van de centraal veneuze lijn in de vena subclavia de voorkeur.
27.	2A	Een lijn in de vena subclavia is gerelateerd aan het optreden van vaatstenose en zou daarom bij voorkeur vermeden moeten worden bij verwachte dialyse behoefte in de toekomst.
28.	2B	Vanwege betere flow over de lijn verdient plaatsing van de dialyse katheter in de rechter vena jugularis of venae femorales de voorkeur boven plaatsing in de linker vena jugularis.

## HOOFDSTUK 5. ECHOGELEID VERSUS ANATOMISCHE LANDMARKS

### **Uitgangsvraag**

Welke techniek van inbrengen heeft de voorkeur, echogeleid of klassiek (“anatomische landmarks” methode)?

### **Inleiding**

Plaatsing van een CVL kan gecompliceerd verlopen, o.a. door een arteriële punctie. Des te groter het aantal prikpogingen, hoe hoger de kans op complicaties. Traditioneel worden anatomische ‘landmarks’ gebruikt ter bepaling van de plaats van insteek en de richting van de punctie. Sinds jaren is echter echografie beschikbaar om te procedure te sturen en wellicht het aantal complicaties te verminderen. Het beeld dat met 2D echo (eventueel aangevuld met kleuren- en/of spectraal Doppler) wordt verkregen, kan behulpzaam zijn in het onderkennen van anatomische varianten (bijvoorbeeld transpositie van arterie en vene) en in de beoordeling van de ‘patency’ van het vat (diameter, trombose).

Echografie kan direct (gedurende implantatie, real-time) of indirect (tevorens identificatie van de vene en markeren van de huid, waarna punctie zonder gebruik van echo) worden gebruikt. Directe echografie is het meest effectief, maar er dient steriele echogel en een steriele echohoes te worden gebruikt. Er zijn veel publicaties verschenen die gebruik van echo aanbevelen, zeker wanneer degene die de lijn plaatst onervaren is.[97, 98] In dit hoofdstuk wordt de beschikbare literatuur over dit onderwerp per meest gebruikte locatie (jugularis, subclavia, femoralis) besproken.

### **Samenvatting van de literatuur**

#### Vena jugularis interna:

Traditioneel wordt de v. jugularis interna gepuncteerd tussen de koppen van de m. sternocleidomastoïdeus en net lateraal van de a. carotis communis, waarbij de naald wordt opgevoerd in de richting van de ipsilaterale tepel. Middels echografie kunnen arterie en vene gemakkelijk zichtbaar worden gemaakt, waarbij plaatsing van de introducer naald in de vene kan worden uitgevoerd middels een transversaal (korte as) of longitudinaal (lange as) echo beeld. Een recente Cochrane review heeft de effectiviteit van echogeleid aanprikken van de v. jugularis interna beschreven.[99] In het artikel zijn 35 gerandomiseerde trials (totaal 5108 patiënten) beoordeeld. Er waren geen restricties voor wat betreft patiënt karakteristieken (leeftijd, diagnose of omgeving; zowel op de IC als daarbuiten geopereerde patiënten werden geïnccludeerd). Door de opzet van de studies (traditioneel versus echogeleid aanprikken) was blinding in geen enkele studie mogelijk. De kwaliteit van bewijs was zeer laag tot matig voor alle bestudeerde uitkomsten. Als complicaties werden beschouwd: arteriële punctie, ontwikkeling van significant hematoom, overige complicaties (trombose, embolie, hematodiastinum, hydromediastinum, hematothorax, hydrothorax, pneumothorax, subcutaan emfyseem, zenuwbeschadiging) en mortaliteit. Gebruik van echografie verminderde het aantal totale complicaties met 71% (39/1000 vs. 135/1000, risk ratio 0.29, 95% betrouwbaarheidsinterval 0.17-0.52,  $p < 0.0001$ ). Het aantal onbedoelde arteriële puncties nam fors af, met 72% (95% betrouwbaarheidsinterval (0.18-0.44),  $p < 0.001$ ). Het succespercentage werd door gebruik van echo licht vergroot (982/1000 vs. 876/1000, RR 1.12 (1.08-1.17),  $p < 0.001$ ), waarbij met gebruik van echo minder pogingen nodig waren voor succesvolle canulatie. Echografie verhoogde de kans op succes bij de eerste poging met 57% (787/1000 vs. 501/1000, RR 1.57, betrouwbaarheidsinterval 1.36-1.82,  $p < 0.001$ ) en de tijd tot succesvolle canulatie werd met 31 seconden bekort (betrouwbaarheidsinterval -55 tot -6 sec,  $p = 0.02$ ).

### Vena subclavia:

In de literatuur worden verschillende anatomische landmarks genoemd voor punctie van de vena subclavia. Meer dan 3 pogingen middels de landmark techniek wordt geassocieerd met een significant risico op complicaties.[100, 101] Bij gebruik van echo wordt de transducer loodrecht onder het middelste derde gedeelte van de clavicula stevig op de huid gedrukt, waarbij de vene als een echolucente structuur onder de clavicula wordt gezien (korte as opname).[102] Rotatie van de transducer geeft een lange as opname en deze kan worden gebruikt om “in plane” aan te prikken zodat mogelijk penetratie van de achterwand van het vat kan worden voorkomen.[103, 104]

Een recente Cochrane review heeft gebruik van echo voor punctie van de v. subclavia beoordeeld.[105] Negen gerandomiseerde trials (2030 patiënten, 2049 procedures) werden geïnccludeerd in de studie. Er waren geen restricties voor wat betreft patiënt karakteristieken (leeftijd, diagnose of omgeving; zowel op de IC als daarbuiten geopereerde patiënten werden geïnccludeerd). Gebruik van echografie verminderde het risico op arteriële punctie (12/1000 vs. 59/1000, RR 0.21, 95% betrouwbaarheidsinterval 0.06-0.82, p=0.02). Er was geen significant verschil in totale of andere complicaties waaronder (hemato)pneumothorax. Verder waren er geen significante verschillen in aantal pogingen tot succes, succespercentage bij de eerste poging, totale succeskans, of de tijd die nodig was tot introductie van de katheter.

### V. femoralis:

De v. femoralis wordt volgens de landmarks aangeprikt net mediaal van de arterie met de naald richting navel gericht. Echografie maakt beide bloedvaten gemakkelijk zichtbaar. Voor echogeleide punctie van de v. femoralis is minder literatuur aanwezig, maar de studies zijn redelijk tot goed uitgevoerd. In de genoemde Cochrane review werden 4 gerandomiseerde trials geïnccludeerd (311 patiënten, 311 procedures).[105] Er was geen verschil in onbedoelde arteriële punctie of andere complicaties. Succesvolle punctie bij de eerste poging trad vaker op bij gebruik van echografie (843/1000 vs 487/1000, RR 1.73, 95% betrouwbaarheidsinterval 1.34-2.22, p<0.001). Verder was er bij gebruik van echografie een trend naar een hogere totale succeskans (RR 1.11, 95% betrouwbaarheidsinterval 1.00-1.23, p=0.06).

### **Conclusies**

1. Het plaatsen van een CVL in de vena jugularis interna is via de echogeleide methode effectiever en veiliger dan met de landmark techniek.
2. Het plaatsen van een CVL in de vena subclavia is niet aangetoond effectiever of veiliger dan de landmark techniek.
3. Het plaatsen van een CVL in de vena femoralis is mogelijk effectiever middels de echogeleide methode, echter niet aangetoond veiliger dan de landmark techniek.

### **Aanbevelingen**

29.	1B	Het plaatsen van een CVL in de vena jugularis interna via de echogeleide methode wordt aanbevolen.
30.	2B	Het plaatsen van een CVL in de vena axillaris/subclavia via de echogeleide methode moet worden overwogen.
31.	2B	Het plaatsen van een CVL in de vena femoralis via de echogeleide methode moet worden overwogen.

## **HOOFDSTUK 6. OPTIMALE CVL POSITIE**



## **Uitgangsvraag**

Wat is de optimale CVL positie? Dient routinematig een thoraxfoto te worden gemaakt ter documentatie van de hoge lijn positie en eventuele pneumothorax? Wat zijn de alternatieven?

## **Inleiding**

CVL firma's adviseren bij volledig opvoeren het gebruik van een 16 cm lijn voor de rechter v. jugularis interna en rechter v. subclavia, een 20 cm lijn voor de linker v. jugularis interna en linker v. subclavia en een 24 cm lijn voor de vena femoralis. In veel klinieken wordt routinematig een thoraxfoto gemaakt ter documentatie van de katheterpositie en het opsporen van complicaties, m.n. pneumothorax.

## **Samenvatting van de literatuur**

Om dysfunctie van de katheter (niet goed kunnen aspireren), trombose en tamponade te voorkomen en een betrouwbare ScvO<sub>2</sub> te meten, dient de "hoge" CVL vanuit theoretische overwegingen in een zo groot mogelijk vat te liggen maar niet te diep, idealiter ter plaatse van het onderste derde gedeelte van de vena cava superior.[106-108] Perforaties van venen en rechteratrium zijn met name in het verleden gemeld bij gebruik van starre katheters. De huidige katheters zijn gemaakt van flexibeler materialen en daarbij lijkt de kans op een perforatie zeer klein. Voor een lijn die ingebracht is via de vena femoralis is geen duidelijk advies, behoudens het plaatsen van de tip boven de ingang van de venae renales in de vena cava inferior.[109]

Radiologisch onderzoek (thoraxfoto) is de meest gebruikte techniek ter controle van de positie van de katheter tip. Hierbij dient de tip ter hoogte van de carina te liggen. De positie van de tip wordt echter beïnvloed door de houding van de patiënt (ideaal 0 graden).[57, 110] De thoraxfoto is zeker niet 100% sensitief voor anatomische ligging en het opsporen van pneumothorax, echografie wordt steeds vaker gebruikt.[111, 112] Er zijn geen studies die een duidelijke relatie laten zien tussen positionering van de tip van de CVL en het optreden van complicaties. Sommige klinieken gebruiken electrocardiogram-geleide plaatsing. Dit is een gevalideerde techniek, maar studies die het nut hiervan bewijzen, ontbreken.[113] Middels een contrastecho kan verder zekerheid worden verkregen over de positie van de tip nabij het rechteratrium.[114]

## **Conclusies**

Vanouds is een thoraxfoto na lijnplaatsing routine onderzoek. Studies die een duidelijke meerwaarde hiervan laten zien ontbreken echter.

## **Overwegingen**

Het is de mening van de werkgroep dat een duidelijk veneuze punctie gevolgd door eenvoudig opvoeren van de voerdraad een controle thoraxfoto overbodig maakt. Bij lastige procedures of twijfel over ScvO<sub>2</sub> waarden dient aanvullend onderzoek te worden verricht.

## **Aanbevelingen**

32.	2C	De tip van een "hoge" CVL ligt bij voorkeur in het onderste derde gedeelte van de vena cava superior.
33.	1C	Een ongecompliceerde veneuze punctie gevolgd door gemakkelijk opvoeren van de voerdraad maakt een controle thoraxfoto overbodig.
34.	1B	Bij lastige procedures of twijfel over ScvO <sub>2</sub> waarden ( gebruikt als differentiatie tussen arterieel en veneuze toegang) dient aanvullend onderzoek (aansluiten van drukmonitor en echografie of thoraxfoto) te worden verricht.

## **LITERATUUR**

1. Kwaliteit AR-R: **Medisch specialistische richtlijnen 2.0**. 2011.
2. Guyatt GH, Oxman AD, Schunemann HJ, Tugwell P, Knottnerus A: **GRADE guidelines: a new series of articles in the Journal of Clinical Epidemiology**. *Journal of clinical epidemiology* 2011, **64**(4):380-382.
3. Kander T, Frigyesi A, Kjeldsen-Kragh J, Karlsson H, Rolander F, Schott U: **Bleeding complications after central line insertions: relevance of pre-procedure coagulation tests and institutional transfusion policy**. *Acta anaesthesiologica Scandinavica* 2013, **57**(5):573-579.
4. Napalkov P, Felici DM, Chu LK, Jacobs JR, Begelman SM: **Incidence of catheter-related complications in patients with central venous or hemodialysis catheters: a health care claims database analysis**. *BMC cardiovascular disorders* 2013, **13**:86.
5. Hunt BJ: **Bleeding and coagulopathies in critical care**. *The New England journal of medicine* 2014, **370**(9):847-859.
6. Retter A, Barrett NA: **The management of abnormal haemostasis in the ICU**. *Anaesthesia* 2015, **70** Suppl 1:121-127, e140-121.
7. Müller M, Juffermans N: **Risk estimation and management of coagulopathy in ICU patients in need of an invasive procedure**. *Neth J Crit Care* 2015, **24**:6-11.
8. Mumtaz H, Williams V, Hauer-Jensen M, Rowe M, Henry-Tillman RS, Heaton K, Mancino AT, Muldoon RL, Klimberg VS, Broadwater JR *et al*: **Central venous catheter placement in patients with disorders of hemostasis**. *American journal of surgery* 2000, **180**(6):503-505; discussion 506.
9. DeLoughery TG, Liebler JM, Simonds V, Goodnight SH: **Invasive line placement in critically ill patients: do hemostatic defects matter?** *Transfusion* 1996, **36**(9):827-831.
10. Wolfe KS, Kress JP: **Risk of Procedural Hemorrhage**. *Chest* 2016, **150**(1):237-246.
11. Segal JB, Dzik WH, Transfusion Medicine/Hemostasis Clinical Trials N: **Paucity of studies to support that abnormal coagulation test results predict bleeding in the setting of invasive procedures: an evidence-based review**. *Transfusion* 2005, **45**(9):1413-1425.
12. Tercan F, Ozkan U, Oguzkurt L: **US-guided placement of central vein catheters in patients with disorders of hemostasis**. *European journal of radiology* 2008, **65**(2):253-256.
13. Weigand K, Encke J, Meyer FJ, Hinkel UP, Munder M, Stremmel W, Zahn A: **Low levels of prothrombin time (INR) and platelets do not increase the risk of significant bleeding when placing central venous catheters**. *Medizinische Klinik* 2009, **104**(5):331-335.
14. Muller MC, Arbous MS, Spoelstra-de Man AM, Vink R, Karakus A, Straat M, Binnekade JM, de Jonge E, Vroom MB, Juffermans NP: **Transfusion of fresh-frozen plasma in critically ill patients with a coagulopathy before invasive procedures: a randomized clinical trial (CME)**. *Transfusion* 2015, **55**(1):26-35; quiz 25.
15. Muller MC, Straat M, Meijers JC, Klinkspoor JH, de Jonge E, Arbous MS, Schultz MJ, Vroom MB, Juffermans NP: **Fresh frozen plasma transfusion fails to influence the hemostatic balance in critically ill patients with a coagulopathy**. *Journal of thrombosis and haemostasis : JTH* 2015, **13**(6):989-997.

16. Zeidler K, Arn K, Senn O, Schanz U, Stussi G: **Optimal preprocedural platelet transfusion threshold for central venous catheter insertions in patients with thrombocytopenia.** *Transfusion* 2011, **51**(11):2269-2276.
17. Vlaar A: **Onderzoek naar de noodzaak van correctie van bloedplaatjestekort voor het plaatsen van een centraal veneuze lijn.** *NTR5653*.
18. Carino GP, Tsapenko AV, Sweeney JD: **Central line placement in patients with and without prophylactic plasma.** *Journal of critical care* 2012, **27**(5):529 e529-513.
19. Kaufman RM, Djulbegovic B, Gernsheimer T, Kleinman S, Tinmouth AT, Capocelli KE, Cipolle MD, Cohn CS, Fung MK, Grossman BJ *et al*: **Platelet transfusion: a clinical practice guideline from the AABB.** *Annals of internal medicine* 2015, **162**(3):205-213.
20. Tummala R, Kavtaradze A, Gupta A, Ghosh RK: **Specific antidotes against direct oral anticoagulants: A comprehensive review of clinical trials data.** *International journal of cardiology* 2016, **214**:292-298.
21. Reiffel JA, Weitz JI, Reilly P, Kaminskas E, Sarich T, Sager P, Seltzer J, Cardiac Safety Research Consortium p, participants: **NOAC monitoring, reversal agents, and post-approval safety and effectiveness evaluation: A cardiac safety research consortium think tank.** *American heart journal* 2016, **177**:74-86.
22. Caldwell SH: **Management of coagulopathy in liver disease.** *Gastroenterology & hepatology* 2014, **10**(5):330-332.
23. Roberts LN, Bernal W: **Management of Bleeding and Thrombosis in Critically Ill Patients with Liver Disease.** *Seminars in thrombosis and hemostasis* 2015, **41**(5):520-526.
24. Wada H, Thachil J, Di Nisio M, Mathew P, Kurosawa S, Gando S, Kim HK, Nielsen JD, Dempfle CE, Levi M *et al*: **Guidance for diagnosis and treatment of DIC from harmonization of the recommendations from three guidelines.** *Journal of thrombosis and haemostasis : JTH* 2013.
25. Septimus EJ, Moody J: **Prevention of Device-Related Healthcare-Associated Infections.** *FI000Research* 2016, **5**.
26. Frasca D, Dahyot-Fizelier C, Mimos O: **Prevention of central venous catheter-related infection in the intensive care unit.** *Critical care* 2010, **14**(2):212.
27. Miller SE, Maragakis LL: **Central line-associated bloodstream infection prevention.** *Current opinion in infectious diseases* 2012, **25**(4):412-422.
28. O'Grady N P, Alexander M, Dellinger EP, Gerberding JL, Heard SO, Maki DG, Masur H, McCormick RD, Mermel LA, Pearson ML *et al*: **Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections.** *American journal of infection control* 2002, **30**(8):476-489.
29. Weber DJ, Rutala WA: **Central line-associated bloodstream infections: prevention and management.** *Infectious disease clinics of North America* 2011, **25**(1):77-102.
30. Mermel LA, McCormick RD, Springman SR, Maki DG: **The pathogenesis and epidemiology of catheter-related infection with pulmonary artery Swan-Ganz catheters: a prospective study utilizing molecular subtyping.** *The American journal of medicine* 1991, **91**(3B):197S-205S.
31. Barrera L, Zingg W, Mendez F, Pittet D: **Effectiveness of a hand hygiene promotion strategy using alcohol-based handrub in 6 intensive care units in Colombia.** *American journal of infection control* 2011, **39**(8):633-639.

32. Berenholtz SM, Pronovost PJ, Lipsett PA, Hobson D, Earsing K, Farley JE, Milanovich S, Garrett-Mayer E, Winters BD, Rubin HR *et al*: **Eliminating catheter-related bloodstream infections in the intensive care unit.** *Critical care medicine* 2004, **32**(10):2014-2020.
33. Rosenthal VD, Guzman S, Safdar N: **Reduction in nosocomial infection with improved hand hygiene in intensive care units of a tertiary care hospital in Argentina.** *American journal of infection control* 2005, **33**(7):392-397.
34. Zingg W, Imhof A, Maggiorini M, Stocker R, Keller E, Ruef C: **Impact of a prevention strategy targeting hand hygiene and catheter care on the incidence of catheter-related bloodstream infections.** *Critical care medicine* 2009, **37**(7):2167-2173; quiz 2180.
35. Yilmaz G, Koksali I, Aydin K, Caylan R, Sucu N, Aksoy F: **Risk factors of catheter-related bloodstream infections in parenteral nutrition catheterization.** *JPEN Journal of parenteral and enteral nutrition* 2007, **31**(4):284-287.
36. Boyce JM, Pittet D, Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee. Society for Healthcare Epidemiology of America. Association for Professionals in Infection Control. Infectious Diseases Society of America. Hand Hygiene Task Force: **Guideline for Hand Hygiene in Health-Care Settings: recommendations of the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee and the HICPAC/SHEA/APIC/IDSA Hand Hygiene Task Force.** *Infection control and hospital epidemiology* 2002, **23**(12 Suppl):S3-40.
37. Eggimann P, Pittet D: **Infection control in the ICU.** *Chest* 2001, **120**(6):2059-2093.
38. Maki DG, Ringer M, Alvarado CJ: **Prospective randomised trial of povidone-iodine, alcohol, and chlorhexidine for prevention of infection associated with central venous and arterial catheters.** *Lancet* 1991, **338**(8763):339-343.
39. Mimoz O, Villeminey S, Ragot S, Dahyot-Fizelier C, Laksiri L, Petitpas F, Debaene B: **Chlorhexidine-based antiseptic solution vs alcohol-based povidone-iodine for central venous catheter care.** *Archives of internal medicine* 2007, **167**(19):2066-2072.
40. Lai NM, Lai NA, O'Riordan E, Chaiyakunapruk N, Taylor JE, Tan K: **Skin antisepsis for reducing central venous catheter-related infections.** *The Cochrane database of systematic reviews* 2016, **7**:CD010140.
41. Raad II, Hohn DC, Gilbreath BJ, Suleiman N, Hill LA, Brusco PA, Marts K, Mansfield PF, Bodey GP: **Prevention of central venous catheter-related infections by using maximal sterile barrier precautions during insertion.** *Infection control and hospital epidemiology* 1994, **15**(4 Pt 1):231-238.
42. Sherertz RJ, Ely EW, Westbrook DM, Gledhill KS, Streed SA, Kiger B, Flynn L, Hayes S, Strong S, Cruz J *et al*: **Education of physicians-in-training can decrease the risk for vascular catheter infection.** *Annals of internal medicine* 2000, **132**(8):641-648.
43. Carrer S, Bocchi A, Bortolotti M, Braga N, Gilli G, Candini M, Tartari S: **Effect of different sterile barrier precautions and central venous catheter dressing on the skin colonization around the insertion site.** *Minerva anesthesiologica* 2005, **71**(5):197-206.
44. Cohen Y, Fosse JP, Karoubi P, Reboul-Marty J, Dreyfuss D, Hoang P, Cupa M: **The "hands-off" catheter and the prevention of systemic infections associated with pulmonary artery catheter: a prospective study.** *American journal of respiratory and critical care medicine* 1998, **157**(1):284-287.
45. Bull DA, Neumayer LA, Hunter GC, Sethi GK, McIntyre KE, Bernhard VM, Putnam CW: **Improved sterile technique diminishes the incidence of positive line cultures in cardiovascular patients.** *The Journal of surgical research* 1992, **52**(2):106-110.

46. Ishikawa Y, Kiyama T, Haga Y, Ishikawa M, Takeuchi H, Kimura O, Harihara Y, Sunouchi K, Furuya T, Kimura M: **Maximal sterile barrier precautions do not reduce catheter-related bloodstream infections in general surgery units: a multi-institutional randomized controlled trial.** *Annals of surgery* 2010, **251**(4):620-623.
47. Specialisten FM: **VMS Veiligheidsprogramma.** 2013.
48. Young EM, Commiskey ML, Wilson SJ: **Translating evidence into practice to prevent central venous catheter-associated bloodstream infections: a systems-based intervention.** *American journal of infection control* 2006, **34**(8):503-506.
49. Galpern D, Guerrero A, Tu A, Fahoum B, Wise L: **Effectiveness of a central line bundle campaign on line-associated infections in the intensive care unit.** *Surgery* 2008, **144**(4):492-495; discussion 495.
50. Shekelle PG, Wachter RM, Pronovost PJ, Schoelles K, McDonald KM, Dy SM, Shojania K, Reston J, Berger Z, Johnsen B *et al*: **Making health care safer II: an updated critical analysis of the evidence for patient safety practices.** *Evidence report/technology assessment* 2013(211):1-945.
51. Ullman AJ, Cooke ML, Mitchell M, Lin F, New K, Long DA, Mihala G, Rickard CM: **Dressings and securement devices for central venous catheters (CVC).** *The Cochrane database of systematic reviews* 2015(9):CD010367.
52. Vinjirayer A, Jefferson P, Ball DR: **Securing central venous catheters: a comparison of sutures with staples.** *Emergency medicine journal : EMJ* 2004, **21**(5):582-583.
53. Biggs TC, Mohammed A, Mulvihill D: **Importance of securing central venous catheters.** *Anaesthesia and intensive care* 2012, **40**(2):366-367.
54. Gavin NC, Webster J, Chan RJ, Rickard CM: **Frequency of dressing changes for central venous access devices on catheter-related infections.** *The Cochrane database of systematic reviews* 2016, **2**:CD009213.
55. Weitz NA, Lauren CT, Weiser JA, LeBoeuf NR, Grossman ME, Biagas K, Garzon MC, Morel KD: **Chlorhexidine gluconate-impregnated central access catheter dressings as a cause of erosive contact dermatitis: a report of 7 cases.** *JAMA dermatology* 2013, **149**(2):195-199.
56. Casey AL, Burnell S, Whinn H, Worthington T, Faroqui MH, Elliott TS: **A prospective clinical trial to evaluate the microbial barrier of a needleless connector.** *The Journal of hospital infection* 2007, **65**(3):212-218.
57. Kowalski CM, Kaufman JA, Rivitz SM, Geller SC, Waltman AC: **Migration of central venous catheters: implications for initial catheter tip positioning.** *Journal of vascular and interventional radiology : JVIR* 1997, **8**(3):443-447.
58. Raad I, Hanna HA, Awad A, Alrahwan A, Bivins C, Khan A, Richardson D, Umphrey JL, Whimbey E, Mansour G: **Optimal frequency of changing intravenous administration sets: is it safe to prolong use beyond 72 hours?** *Infection control and hospital epidemiology* 2001, **22**(3):136-139.
59. Krzywda EA, Andris DA: **Twenty-five years of advances in vascular access: bridging research to clinical practice.** *Nutrition in clinical practice : official publication of the American Society for Parenteral and Enteral Nutrition* 2005, **20**(6):597-606.
60. Schallom ME, Prentice D, Sona C, Micek ST, Skrupky LP: **Heparin or 0.9% sodium chloride to maintain central venous catheter patency: a randomized trial.** *Critical care medicine* 2012, **40**(6):1820-1826.

61. Parienti JJ, Mongardon N, Megarbane B, Mira JP, Kalfon P, Gros A, Marque S, Thuong M, Pottier V, Ramakers M *et al*: **Intravascular Complications of Central Venous Catheterization by Insertion Site.** *The New England journal of medicine* 2015, **373**(13):1220-1229.
62. Cobb DK, High KP, Sawyer RG, Sable CA, Adams RB, Lindley DA, Pruett TL, Schwenzer KJ, Farr BM: **A controlled trial of scheduled replacement of central venous and pulmonary-artery catheters.** *The New England journal of medicine* 1992, **327**(15):1062-1068.
63. Timsit JF: **Scheduled replacement of central venous catheters is not necessary.** *Infection control and hospital epidemiology* 2000, **21**(6):371-374.
64. Michel L, Marsh HM, McMichan JC, Southorn PA, Brewer NS: **Infection of pulmonary artery catheters in critically ill patients.** *Jama* 1981, **245**(10):1032-1036.
65. Rello J, Coll P, Net A, Prats G: **Infection of pulmonary artery catheters. Epidemiologic characteristics and multivariate analysis of risk factors.** *Chest* 1993, **103**(1):132-136.
66. Cook D, Randolph A, Kernerman P, Cupido C, King D, Soukup C, Brun-Buisson C: **Central venous catheter replacement strategies: a systematic review of the literature.** *Critical care medicine* 1997, **25**(8):1417-1424.
67. Lorente L, Lecuona M, Jimenez A, Lorenzo L, Santacreu R, Ramos S, Hurtado E, Buitrago M, Mora ML: **Efficiency of chlorhexidine-silver sulfadiazine-impregnated venous catheters at subclavian sites.** *American journal of infection control* 2015, **43**(7):711-714.
68. Lorente L, Lecuona M, Ramos MJ, Jimenez A, Mora ML, Sierra A: **Rifampicin-miconazole-impregnated catheters save cost in jugular venous sites with tracheostomy.** *European journal of clinical microbiology & infectious diseases : official publication of the European Society of Clinical Microbiology* 2012, **31**(8):1833-1836.
69. Lai NM, Chaiyakunapruk N, Lai NA, O'Riordan E, Pau WS, Saint S: **Catheter impregnation, coating or bonding for reducing central venous catheter-related infections in adults.** *The Cochrane database of systematic reviews* 2016, **3**:CD007878.
70. Ista E, van der Hoven B, Kornelisse RF, van der Starre C, Vos MC, Boersma E, Helder OK: **Effectiveness of insertion and maintenance bundles to prevent central-line-associated bloodstream infections in critically ill patients of all ages: a systematic review and meta-analysis.** *The Lancet Infectious diseases* 2016, **16**(6):724-734.
71. Sacks GD, Diggs BS, Hadjizacharia P, Green D, Salim A, Malinoski DJ: **Reducing the rate of catheter-associated bloodstream infections in a surgical intensive care unit using the Institute for Healthcare Improvement Central Line Bundle.** *American journal of surgery* 2014, **207**(6):817-823.
72. Cooper K, Frampton G, Harris P, Jones J, Cooper T, Graves N, Cleland J, Shepherd J, Clegg A, Cuthbertson BH: **Are educational interventions to prevent catheter-related bloodstream infections in intensive care unit cost-effective?** *The Journal of hospital infection* 2014, **86**(1):47-52.
73. Nolan ME, Yadav H, Cawcutt KA, Cartin-Ceba R: **Complication rates among peripherally inserted central venous catheters and centrally inserted central catheters in the medical intensive care unit.** *Journal of critical care* 2016, **31**(1):238-242.
74. Fletcher JJ, Wilson TJ, Rajajee V, Stetler WR, Jr., Jacobs TL, Sheehan KM, Brown DL: **A Randomized Trial of Central Venous Catheter Type and Thrombosis in Critically Ill Neurologic Patients.** *Neurocritical care* 2016, **25**(1):20-28.

75. Chopra V, Anand S, Hickner A, Buist M, Rogers MA, Saint S, Flanders SA: **Risk of venous thromboembolism associated with peripherally inserted central catheters: a systematic review and meta-analysis.** *Lancet* 2013, **382**(9889):311-325.
76. Pikwer A, Acosta S, Kolbel T, Malina M, Sonesson B, Akeson J: **Management of inadvertent arterial catheterisation associated with central venous access procedures.** *European journal of vascular and endovascular surgery : the official journal of the European Society for Vascular Surgery* 2009, **38**(6):707-714.
77. Cimochoowski GE, Worley E, Rutherford WE, Sartain J, Blondin J, Harter H: **Superiority of the internal jugular over the subclavian access for temporary dialysis.** *Nephron* 1990, **54**(2):154-161.
78. Trerotola SO: **Hemodialysis catheter placement and management.** *Radiology* 2000, **215**(3):651-658.
79. Bertini P, Frediani M: **Ultrasound guided supraclavicular central vein cannulation in adults: a technical report.** *The journal of vascular access* 2013, **14**(1):89-93.
80. Tomar GS, Chawla S, Ganguly S, Cherian G, Tiwari A: **Supraclavicular approach of central venous catheter insertion in critical patients in emergency settings: Re-visited.** *Indian journal of critical care medicine : peer-reviewed, official publication of Indian Society of Critical Care Medicine* 2013, **17**(1):10-15.
81. Parienti JJ, Thirion M, Megarbane B, Souweine B, Ouchikhe A, Polito A, Forel JM, Marque S, Misset B, Airapetian N *et al*: **Femoral vs jugular venous catheterization and risk of nosocomial events in adults requiring acute renal replacement therapy: a randomized controlled trial.** *Jama* 2008, **299**(20):2413-2422.
82. Parienti JJ, Megarbane B, Fischer MO, Lautrette A, Gazui N, Marin N, Hanouz JL, Ramakers M, Daubin C, Mira JP *et al*: **Catheter dysfunction and dialysis performance according to vascular access among 736 critically ill adults requiring renal replacement therapy: a randomized controlled study.** *Critical care medicine* 2010, **38**(4):1118-1125.
83. Geerts W: **Central venous catheter-related thrombosis.** *ASH Education Book* 2014, **1**:306-311.
84. Merrer J, De Jonghe B, Golliot F, Lefrant JY, Raffy B, Barre E, Rigaud JP, Casciani D, Misset B, Bosquet C *et al*: **Complications of femoral and subclavian venous catheterization in critically ill patients: a randomized controlled trial.** *Jama* 2001, **286**(6):700-707.
85. Trottier SJ, Veremakis C, O'Brien J, Auer AI: **Femoral deep vein thrombosis associated with central venous catheterization: results from a prospective, randomized trial.** *Critical care medicine* 1995, **23**(1):52-59.
86. Ge X, Cavallazzi R, Li C, Pan SM, Wang YW, Wang FL: **Central venous access sites for the prevention of venous thrombosis, stenosis and infection.** *The Cochrane database of systematic reviews* 2012(3):CD004084.
87. Timsit JF, Bouadma L, Mimos O, Parienti JJ, Garrouste-Orgeas M, Alfandari S, Plantefeve G, Bronchard R, Troche G, Gauzit R *et al*: **Jugular versus femoral short-term catheterization and risk of infection in intensive care unit patients. Causal analysis of two randomized trials.** *American journal of respiratory and critical care medicine* 2013, **188**(10):1232-1239.
88. PREZIES: **Referentiecijfers 2005 t/m 2014: Lijnsepsis.** *Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu; Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport* 2015.

89. Gowardman JR, Robertson IK, Parkes S, Rickard CM: **Influence of insertion site on central venous catheter colonization and bloodstream infection rates.** *Intensive care medicine* 2008, **34**(6):1038-1045.
90. Marik PE, Flemmer M, Harrison W: **The risk of catheter-related bloodstream infection with femoral venous catheters as compared to subclavian and internal jugular venous catheters: a systematic review of the literature and meta-analysis.** *Critical care medicine* 2012, **40**(8):2479-2485.
91. Goetz AM, Wagener MM, Miller JM, Muder RR: **Risk of infection due to central venous catheters: effect of site of placement and catheter type.** *Infection control and hospital epidemiology* 1998, **19**(11):842-845.
92. Lorente L, Henry C, Martin MM, Jimenez A, Mora ML: **Central venous catheter-related infection in a prospective and observational study of 2,595 catheters.** *Critical care* 2005, **9**(6):R631-635.
93. Deshpande KS, Hatem C, Ulrich HL, Currie BP, Aldrich TK, Bryan-Brown CW, Kvetan V: **The incidence of infectious complications of central venous catheters at the subclavian, internal jugular, and femoral sites in an intensive care unit population.** *Critical care medicine* 2005, **33**(1):13-20; discussion 234-235.
94. Nagashima G, Kikuchi T, Tsuyuzaki H, Kawano R, Tanaka H, Nemoto H, Taguchi K, Ugajin K: **To reduce catheter-related bloodstream infections: is the subclavian route better than the jugular route for central venous catheterization?** *Journal of infection and chemotherapy : official journal of the Japan Society of Chemotherapy* 2006, **12**(6):363-365.
95. Garnacho-Montero J, Aldabo-Pallas T, Palomar-Martinez M, Valles J, Almirante B, Garces R, Grill F, Pujol M, Arenas-Gimenez C, Mesalles E *et al*: **Risk factors and prognosis of catheter-related bloodstream infection in critically ill patients: a multicenter study.** *Intensive care medicine* 2008, **34**(12):2185-2193.
96. LeMaster CH, Schuur JD, Pandya D, Pallin DJ, Silvia J, Yokoe D, Agrawal A, Hou PC: **Infection and natural history of emergency department-placed central venous catheters.** *Annals of emergency medicine* 2010, **56**(5):492-497.
97. Wu SY, Ling Q, Cao LH, Wang J, Xu MX, Zeng WA: **Real-time two-dimensional ultrasound guidance for central venous cannulation: a meta-analysis.** *Anesthesiology* 2013, **118**(2):361-375.
98. Airapetian N, Maizel J, Langelles F, Modeliar SS, Karakitsos D, Dupont H, Slama M: **Ultrasound-guided central venous cannulation is superior to quick-look ultrasound and landmark methods among inexperienced operators: a prospective randomized study.** *Intensive care medicine* 2013, **39**(11):1938-1944.
99. Brass P, Hellmich M, Kolodziej L, Schick G, Smith AF: **Ultrasound guidance versus anatomical landmarks for internal jugular vein catheterization.** *The Cochrane database of systematic reviews* 2015, **1**:CD006962.
100. McGee DC, Gould MK: **Preventing complications of central venous catheterization.** *The New England journal of medicine* 2003, **348**(12):1123-1133.
101. Calvache JA, Rodriguez MV, Trochez A, Klimek M, Stolker RJ, Lesaffre E: **Incidence of Mechanical Complications of Central Venous Catheterization Using Landmark Technique: Do Not Try More Than 3 Times.** *Journal of intensive care medicine* 2016, **31**(6):397-402.
102. Troianos CA, Hartman GS, Glas KE, Skubas NJ, Eberhardt RT, Walker JD, Reeves ST, Councils on Intraoperative E, Vascular Ultrasound of the American Society of E, Society of Cardiovascular A: **Special articles: guidelines for performing ultrasound guided vascular cannulation:**



**recommendations of the American Society of Echocardiography and the Society Of Cardiovascular Anesthesiologists.** *Anesthesia and analgesia* 2012, **114**(1):46-72.

103. Vogel JA, Haukoos JS, Erickson CL, Liao MM, Theoret J, Sanz GE, Kendall J: **Is long-axis view superior to short-axis view in ultrasound-guided central venous catheterization?** *Critical care medicine* 2015, **43**(4):832-839.
104. O'Leary R, Ahmed SM, McLure H, Oram J, Mallick A, Bhambra B, Bodenham AR: **Ultrasound-guided infraclavicular axillary vein cannulation: a useful alternative to the internal jugular vein.** *British journal of anaesthesia* 2012, **109**(5):762-768.
105. Brass P, Hellmich M, Kolodziej L, Schick G, Smith AF: **Ultrasound guidance versus anatomical landmarks for subclavian or femoral vein catheterization.** *The Cochrane database of systematic reviews* 2015, **1**:CD011447.
106. Fletcher SJ, Bodenham AR: **Safe placement of central venous catheters: where should the tip of the catheter lie?** *British journal of anaesthesia* 2000, **85**(2):188-191.
107. Frykholm P, Pikwer A, Hammarskjold F, Larsson AT, Lindgren S, Lindwall R, Taxbro K, Oberg F, Acosta S, Akeson J: **Clinical guidelines on central venous catheterisation. Swedish Society of Anaesthesiology and Intensive Care Medicine.** *Acta anaesthesiologica Scandinavica* 2014, **58**(5):508-524.
108. Vascular Access Work G: **Clinical practice guidelines for vascular access.** *American journal of kidney diseases : the official journal of the National Kidney Foundation* 2006, **48 Suppl 1**:S248-273.
109. Grant JP: **Anatomy and physiology of venous system vascular access: implications.** *JPEN Journal of parenteral and enteral nutrition* 2006, **30**(1 Suppl):S7-12.
110. Aslamy Z, Dewald CL, Heffner JE: **MRI of central venous anatomy: implications for central venous catheter insertion.** *Chest* 1998, **114**(3):820-826.
111. Gibson F, Bodenham A: **Misplaced central venous catheters: applied anatomy and practical management.** *British journal of anaesthesia* 2013, **110**(3):333-346.
112. Tsotsolis N, Tsirgogianni K, Kioumis I, Pitsiou G, Baka S, Papaiwannou A, Karavergou A, Rapti A, Trakada G, Katsikogiannis N *et al*: **Pneumothorax as a complication of central venous catheter insertion.** *Annals of translational medicine* 2015, **3**(3):40.
113. Lee JH, Bahk JH, Ryu HG, Jung CW, Jeon Y: **Comparison of the bedside central venous catheter placement techniques: landmark vs electrocardiogram guidance.** *British journal of anaesthesia* 2009, **102**(5):662-666.
114. Weekes AJ, Johnson DA, Keller SM, Efuno B, Carey C, Rozario NL, Norton HJ: **Central vascular catheter placement evaluation using saline flush and bedside echocardiography.** *Academic emergency medicine : official journal of the Society for Academic Emergency Medicine* 2014, **21**(1):65-72.

## **ADDENDUM: AFKORTINGEN**

CVL	Centraal veneuze lijn
DIS	Diffuse intravasale stolling
DOAC's	Directe orale anticoagulantia
ECMO	Extracorporele membraan oxygenatie
FFP	Fresh frozen plasma
HC	High care
IABP	Intra-aortale ballonpomp
IC	Intensive care
INR	International normalized ratio
PT	Protrombinetijd
RCT	Randomized controlled trial