

Indicaties voor centraal veneuze en arteriële katheters op de NICU

De aanbeveling werd ontwikkeld door: dr. M. Hogeveen en drs T. Antonius (Radboudumc) in samenwerking met alle 10 Nederlandse NICU's met het doel meer eenheid van behandelingen tussen NICU's te krijgen. Het betreft hier een uitbreiding/aanvulling van de richtlijn CVK uit 2014 ontwikkeld door C. van Ganzewinkel, P. Sipkema en J. Buijs (MMC) waarbij de indicaties zijn aangepast en er wat dieper wordt ingegaan op de meest voorkomende complicaties.

De aanbevelingen zijn deels gebaseerd op kennis uit wetenschappelijke studies (zie referenties), en deels op kennis waarover neonatologen/experts van die NICU's consensus hebben bereikt.

Afkortingen :

CVC = centraal veneuze catheter.

NVL = navelvenelijn.

NAL = navelarterielijn.

PICC = perifeer ingebrachte centraal gelegen catheter.

PAL = perifere arteriële lijn.

CLABSI = central line associated bloodstream infections.

Samenvatting aanbeveling :

Indicaties

- Neonaten <1000 gram en/of <28 weken.
- Te verwachten langdurige toediening van parenterale voeding.
- Noodzaak voor toediening van inotropie of vasopressoren.
- Infusie van hyperosmolaire of irriterende vloeistoffen.
- Intravasculaire toegangsproblemen.
- Wisseltransfusie.
- Gecontroleerde hypothermie.
- (langdurige) toediening van alprostadil.
- Aandoeningen zoals huidafwijkingen waarbij een perifere infuus niet wenselijk/zeer moeizaam te plaatsen is.

Contra-indicaties

Algemeen

- (lokale) huidinfectie ter plekke van de insertieplaats.
- Fractuur bij insertieplaats.
- Niet te corrigeren stollingsstoornissen en/of trombopenie (**relatief**).
- Acute fase van sepsis indien een perifere toegang mogelijk is (**relatief**).
- Congenitale cardiale afwijkingen waarbij chirurgie/catherisatie noodzakelijk is (**relatief**).
- Persisterende en ongecontroleerde bacteriëmie en fungemie (**relatief**).

Navel catheters

- Omphalitis.
- Buikwanddefecten zoals omphalocel en gastroschisis.
- Peritonitis
- Necrotiserende enterocolitis of acute buik.
- Hernia diafragmatica (**relatief vanwege moeizame positionering**).

Perifere arteriële catheter

- Perfusieproblemen van extremiteit distaal van katheter.

Adviezen

- Geen evidente voorkeur voor PICC of NVL in de eerste 48 uur.
- Navelvenekatheter verwijderen na 7-14 dagen.
- Altijd positie controle met röntgen dan wel echografie.
- Centrale lijnen in malpositie zo spoedig mogelijk verwijderen.
- Dagelijkse kritische beoordeling van de indicatie voor een centrale lijn ten einde deze zo spoedig mogelijk te kunnen verwijderen.
- Implementeer een lijnsepsis preventie programma bijvoorbeeld zoals beschreven in de VMS bundel voor kinderen.

Doelgroep

Deze aanbeveling is bedoeld voor: alle zorgverleners die betrokken zijn bij de zorg voor neonaten op de afdeling neonatologie welke (mogelijk) in aanmerking komen voor een centraal veneuze en/of arteriële catheter.

Doel

Dit document beschrijft de indicaties voor het inbrengen van de verschillende typen van centraal veneuze en arteriële catheters op de afdeling neonatologie ten einde meer uniformiteit te bereiken tussen de verschillende afdelingen neonatologie in Nederland.

Achtergrond

De meeste neonaten die worden opgenomen op een neonatale intensive care unit hebben een indicatie voor intravasculaire toegang. De manier waarop deze toegang kan worden verschaft is afhankelijk van de indicatie, het doel en de duur van de behandeling. Gezien het feit dat het inbrengen en in situ zijn van centraal gelegen intravasculaire catheters risico's met zich meebrengen moet de indicatie voor het plaatsen van een dergelijke catheter zorgvuldig worden afgewogen. Ook het type catheter, de insertieplaats, de wijze van inbrengen en de leeftijd van de patiënt zijn hierbij van belang.

Indicaties

Centraal veneuze catheter

- Neonaten met een geboortegewicht van <1000 gram en/of <28 weken zwangerschapsduur.
- Te verwachten langdurige afhankelijkheid van parenterale voeding.
- Toediening van inotropica en vasopressoren.
- Intraveneuze toediening van hyperosmolaire (>900 mOsm/L) oplossingen of irriterende eigenschappen^{16,17,18,19,20, 46}.
- Te verwachten problemen met intravasculaire toegang waarbij pogingen tot het inbrengen van een perifere infuus bij herhaling moeizaam blijken te zijn.
- Wisseltransfusie.
- Gecontroleerde hypothermie.
- Aandoeningen zoals huidafwijkingen waarbij een perifere infuus niet wenselijk/zeer moeizaam te plaatsen is.
- (langdurige) toediening van alprostadil.

Arteriële catheter

- Hemodynamische instabiliteit.
- Invasieve kunstmatige ventilatie (afhankelijk van intensiteit beademing en te verwachten beademingsduur).
- Indicatie tot continue bewaking van de bloeddruk.
- Frequente bloedafnames of bloedafnames met groot volume.
- Insuline infusie met de noodzaak van frequente bloedafnames voor glucose monitoring.

Contra-indicaties

Algemeen

- (lokale) huidinfectie ter plekke van de insertieplaats.

- Fractuur bij insertieplaats.
- Niet te corrigeren stollingsstoornissen en/of trombopenie (**relatief**).
- Acute fase van sepsis indien een perifere toegang mogelijk is (**relatief**).
- Congenitale cardiale afwijkingen waarbij chirurgie/catherisatie noodzakelijk is (**relatief**).
- Persistierende en ongecontroleerde bacteriëmie en fungemie (**relatief**).

Navel catheters

- Omphalitis.
- Buikwanddefecten zoals omphalocoele en gastroschisis.
- Peritonitis
- Necrotiserende enterocolitis of acute buik.
- Hernia diafragmatica (**relatief vanwege moeizame positionering**).

Perifere arteriële catheter

- Perfusieproblemen van extremiteit distaal van katheter.

Positionering

De voorkeurslocatie van de tip van de centraal veneuze catheter (CVC) is de overgang van de vena cava superior of inferior naar het rechter atrium. Voor een perifere ingebrachte centraal gelegen catheter (PICC) ingebracht via het been is een röntgenfoto met horizontale stralen het beste om de catheterpositie te controleren^{49,50}. Dat is ook het geval voor een navelvenlijn. Indien een PICC is ingebracht via de vena basilica is het advies om een X-thorax te maken met de arm in schouderabductie en elleboog-extensie^{47,48}.

Echografie in ervaren handen is een betrouwbare methode om de kathetertip te lokaliseren^{35,36,37}. Indien voor een röntgenfoto wordt gekozen gelden de volgende landmarks voor correcte positionering :

- Navelvenlijn (NVL) : tussen de 9^e en 10^e thoracale wervel.
- Navelarteriële lijn (NAL) : hoge positie tussen de 6^e en 10^e thoracale wervel. Als de tip beneden de 10^e thoracale wervel ligt dient de catheter te worden teruggetrokken tot een positie tussen de 3^e en 4^e lumbale wervel.
- PICC/CVC : buiten het hartsilhouette maar nog in de vena cavae (1 cm buiten het silhouette in prematuur geboren kinderen tot 2 cm in a-term geboren kinderen).³

Voor het snel bepalen van de insertie diepte van navellijnen zijn de volgende formules beschikbaar⁵⁴⁻⁵⁶.

Voor de NAL is een formule beschikbaar waarbij de insertiediepte in centimeters kan worden berekend met : **(gewicht in kg * 4) + 7**.

Voor de NVL is een formule beschikbaar waarbij de insertiediepte in centimeters kan worden berekend met : **(gewicht in kg * 1.5) + 5.5**.

Complicaties

Een belangrijk deel van de complicaties van centraal veneuze en arteriële katheters wordt veroorzaakt door malpositie en infectie (CLABSI). Klinisch relevante trombo-embolische incidenten komen minder vaak voor maar kunnen ernstig verlopen.

Malpositie

Een ligging van de tip in het rechter atrium of elders in het hart geeft een verhoogde kans op complicaties als ritmestoornissen (0.4%), pericardeffusie (0,5-2%) of harttamponade. Een

navelvenekatheter kan met de tip in het levervatbed terechtkomen, met als complicaties een leverabces en ernstige leverparenchym schade. Dit is een zeldzame (0,8%) maar ernstige complicatie en wordt vrijwel altijd veroorzaakt door een malpositie van de kathetertip²³.

Malpositie met bloedvatperforatie kan afhankelijk van de locatie een pleurale of peritoneale effusie veroorzaken. Gezien de risico's van catheter malpositie is het van belang dat de positie correct en geverifieerd is. Een catheter in malpositie zo spoedig mogelijk verwijderd te worden. Voor het positioneren van de navelvenekatheter in de ductus venosus is onvoldoende bewijs dat dit veilig is en kan derhalve niet worden aanbevolen voor infusie van hoog osmolaire vloeistoffen, inotropie of vasopressie.

Inbrengen via de linker vena saphena magna geeft een grotere kans op malpositie van de tip in de vertebrale veneuze plexus.

Malpositie van arteriële lijn kan de volgende complicaties met zich meebrengen.

- Hypertensie als gevolg van een verminderde flow in arteria renalis (meestal echter gerelateerd aan trombose in arteria renalis veroorzaakt door malpositie)¹⁵.
- Perforatie van arterie met bloedingsrisico en hematoomvorming.
- Aorta dissectie / aneurysma-vorming^{51,52}.
- Vaatspasme van de arteria femoralis.
- Paraplegia¹⁵.

Catheter gerelateerd infecties (CLABSI)

De incidentie van CLABSI varieert enorm tussen nationale en internationale neonatale intensive care units. Gerapporteerde incidenties gaan van 1 tot 18 CLABSI per 1000 katheterdagen³⁹. Deze variatie wordt veroorzaakt door een combinatie van factoren waar het gebrek aan een eenduidige definitie van CLABSI een belangrijk probleem is. Onlangs heeft de werkgroep neonatale infectieziekten consensus bereikt over de in Nederland te hanteren definitie (appendix B).

Het doel van deze richtlijn is niet het uitgebreid bespreken van CLABSI in de neonatologie maar een korte bespreking is noodzakelijk ter onderbouwing van de adviezen zoals gegeven in deze richtlijn. Een belangrijke risicofactor voor het ontwikkelen van een aan een catheter gerelateerde infectie is de zogenaamde dwell time (verblijfsduur van de catheter)²⁵. Met name de CLABSI-rate van navelvene catheters neemt toe na een verblijfsduur van 7 dagen^{8,24,25}. De beschreven toename van de OR is 1.2 (95% BI 1.1-1.3) per dag in situ⁸. Dit is echter wel in tegenspraak met een eerdere grote studie in 2006 waarbij geen duidelijk verschillen werden gevonden in CLABSI rates tussen de groepen met een NVL in situ tot 28 dagen en een NVL in situ tot 7 dagen gevolgd door een PICC²². In de eerste 7 dagen lijken er geen duidelijke verschillen tussen de NVL en PICC^{8,22,24,25} CLABSI rates in de verschillende studies. Als we kijken naar de adviezen vanuit de Centers for Disease Control and Prevention (CDC)²⁹ en uit de verschillende studies lijkt het redelijk om een NVL te verwijderen na 7²⁴ dagen (LOE 4) en indien vasculaire toegang noodzakelijk blijft te vervangen door een PICC^{8,22,24,25}. Het risico op CLABSI van een PICC neemt gedurende de twee weken na insertie toe (unadjusted RR 3.27 (95% BI 2.04–5.24) na een dwell time van 14 dagen) en blijft verhoogd tot aan verwijdering⁷. Van belang is om iedere dag kritisch te kijken naar de indicatie van de centraal veneuze catheter en deze te verwijderen zo snel dit mogelijk is^{27,28}. Introductie van insertie- en onderhoudsbundels en het creëren van speciale veneuze toegangsteams hebben een bewezen reductie van CLABSI⁴⁰⁻⁴⁴. Een antibioticum slot lijkt effectief in de preventie van CLABSI maar het type antibioticum en de effecten op resistentie en overige lange termijn uitkomsten zijn nog onvoldoende duidelijk om dit te kunnen adviseren³⁰. Het routinematig gebruiken van antibiotica ter profylaxe van CLABSI in NICU kan niet worden aanbevolen³¹. CLABSI als gevolg van een bacteriëmie na het verwijderen van een centraal veneuze catheter lijkt te voorkomen door een één of twee giften van een antibioticum gericht tegen staphylococci zoals cefazoline of vancomycine^{10,32,33,34} vlak voor het verwijderen van de catheter.

Op grond van het huidige bewijs is er echter nog geen consensus over het toepassen van deze interventie aangezien de studies nog conflicterende uitkomsten lijken te hebben.

De PAL gaat gepaard met een laag infectierisico en een laag risico op trombo-embolische processen met blijvende gevolgen.¹⁴

Trombo-embolische complicaties :

De incidentie van een aan een centraal veneuze catheter gerelateerde trombose was 9.2%⁴⁵ (308/3332 veneuze katheters). Deze trombi bevonden zich meestal in de vena hepatica, rechter atrium of in de vena cava inferior. Risicofactoren voor trombusvorming waren dwell time, infusie van bloedproducten over de catheter en malpositie van de catheter⁴⁵. Distale zwelling en persisterende thrombopenie waren de meest voorkomende klinische symptomen en echografie werd het meest gebruikt als diagnosticum. De behandeling van trombose als gevolg van een centrale catheter blijft lastig en het wel of niet behandelen hangt af van de klinische symptomen. Voor een uitgebreide beschrijving van de diagnostiek en behandeling van neonatale trombose verwijzen wij naar de richtlijn : Neonatale centraal veneuze catheter trombose 2014

<http://www.nvk.nl/Portals/0/richtlijnen/Neonatale%20Lijntrombose/Neonatale%20lijntrombose%20definitief%20januari%202014.pdf>

Asymptomatische catheter gerelateerde trombose bij autopsie werd gevonden bij 59% van de patiënten die ooit een NAL had gehad.¹¹ Tevens werd bij aortografie in 25% van de gevallen aorta trombi gezien bij het in situ zijn van een NAL.¹² De incidentie van symptomatische gevallen wordt geschat op 1-3%. Deze treden meestal op enkele dagen nadat de arteriële catheter verwijderd is. Trombusvorming in de eerste 5 dagen na plaatsing is zeldzaam.¹³ De algehele mortaliteit van neonatale trombose is laag. De hoogste mortaliteit wordt gezien als er een aorta-trombose optreedt.⁵ Trombose van de arteria renalis kan hypertensie, haematurie en nierfalen veroorzaken. In een Cochrane review uit 2000 werd geconcludeerd dat een hoge positie van de NAL (tip boven het diafragma) een lagere incidentie van vasculaire complicaties geeft. Het risico op intraventriculaire bloedingen, necrotiserende enterocolitis en mortaliteit is daarbij niet verhoogd. Daarom dient de NAL in de hoge positie (dus juist boven het diafragma) te worden geplaatst.¹⁵

Overige complicaties :

- Obstructie door trombusvorming of kristallisatie van met elkaar incompatibele infuusvloeistoffen.
- Lekkage / breuk van of knik in de catheter.
- Bloeding door accidentele disconnectie.

Samenvatting

Deze richtlijn geeft de indicaties voor het plaatsen van een centraal veneuze en/of arteriële catheter bij neonaten en een overzicht van de mogelijke complicaties. Inadequate positionering en infectie zijn de belangrijkste veroorzakers van morbiditeit als gevolg van het gebruik van intravasculaire catheters.

Referenties

- 1 Krediet TG, Lingen van RA, Liem KD. Centraal veneuze catheters. In: Lafeber HN, Van Zoeren-Grobbe D, Van beek RHT, et al. Werkboek enterale en parenterale voeding bij pasgeborenen. Derde druk, 2012:73-78
- 2 Verheij G, Smits-Wintjens V, Rozendaal L, Blom N, Walther F, Lopriore E. Cardiac arrhythmias associated with umbilical venous catheterisation in neonates. *BMJ Case Rep.* 2009; bcr04.2009.1778
- 3 Nowlen TT, Rosenthal GL, Johnson GL, et al. Pericardial effusion and tamponade in infants with central catheters. *Pediatrics* 2002;110:137-142
- 4 Roy M, Turner-Gomes S, Gill G, et al. Accuracy of Doppler echocardiography for the diagnosis of thrombosis associated with umbilical venous catheters. *J. Pediatr.* 2002;140(1):131-134
- 5 Hermansen MC, Hermansen MG. *Clin Perinatol.* Intravascular catheter complications in the neonatal intensive care unit. *Clin Perinatol* 2005;32(1):141-156
- 6 Arnts IJJ, Bullens LM, Groenewoud JMM, Liem KD. Comparison of complication rates between umbilical and peripherally inserted central venous catheters in newborns. *JOGNN* 2014;43: 205-215
- 7 Milstone AM, Reich NG, Advani S, Yuan G, Bryant K, Coffin SE, Huskins C, Livingston R, Saiman L, Smith PB, Song X. Catheter dwell time and CLABSIs in neonates with PICCs: a multicenter cohort study. *Pediatrics* 2013;132(6):1609-1615
- 8 Zingg W, Posfay-Barbe KM, Pfister RE, Touveneau S, Pittet D. Individualized catheter surveillance among neonates: a prospective, 8-year, single center experience. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2010;32(1):42-49
- 9 Casner M, Hoesli SJ, Slaughter JC, Hill M, Weitkamp JH. Incidence of catheter-related bloodstream infections in neonates following removal of peripherally inserted central venous catheters. *Pediatr Crit Care Med.* 2014;15(1):42-48
- 10 Brooker RW, Keenan WJ. Catheter related bloodstream infection following PICC removal in preterm infants. *J Perinatol* 2007;27(3):171-174.
- 11 Tyson JE, deSa DJ, Moore S. Thromboatheromatous complications of umbilical arterial catheterization in the newborn period. *Clinicopathological study.* *Arch Dis Child* 1976;51:744-754
- 12 Goetzman BW, Stadalnik RC, Bogren HG, Blankenship WJ, Ikeda RM, Thayer J. Thrombotic complications of umbilical artery catheters: a clinical and radiographic study. *Pediatrics* 1975;56:374-379
- 13 Revel-Vilk S, Ergaz Z. Diagnosis and management of central-line-associated thrombosis in newborns and infants. *Semin Fetal Neonatal Med.* 2011;16(6):340-344
- 14 Ducharme FM, Gauthier M, Lacroix J, et al. Incidence of infection related to arterial catheterization in children : a prospective study. *Crit. Care Med.* 1988;16(3):272-276
- 15 Barrington KJ. Umbilical artery catheters in the newborn: effects of position of the catheter tip. *Cochrane Database Syst Rev.* 2000;(2):CD000505
- 16 Infusion Nurses Society. Infusion nursing standards of practice. *Journal of Intravenous Nursing.* 2006;29(Suppl. 1S):S1-S92
- 17 Racadio JM, Doellman DA, Johnson ND, Bean JA, Jacobs BR. Pediatric peripherally inserted central catheters: Complication rates related to catheter tip location. *Pediatrics.* 2007;107:E28.
- 18 National Association of Vascular Access Networks. Tip location of peripherally inserted central catheters: NAVAN position statement. *Journal of Vascular Access Devices.* 1998;3(2):8-10.
- 19 Ryder MA. Peripheral access options. *Surgical Oncology Clinics of North America.* 1995;4,395-427.

- 20 Gazitua R, Wilson K, Bistran BR, Blackburn GL. Factors determining peripheral vein tolerance to amino acid infusions. *Archives of Surgery*. 1979;144:897-900.
- 21 Menon G. Neonatal long lines. *Archives of disease in childhood Fetal and neonatal edition*. 2003;88(4):F260-262.
- 22 Butler-O'Hara M, Buzzard CJ, Reubens L, McDermott MP, DiGrazio W, D'Angio CT. A randomized trial comparing long-term and short-term use of umbilical venous catheters in premature infants with birth weights of less than 1251 grams. *Pediatrics*. 2006;118(1):e25-35.
- 23 Grizeli R, Vukovic J, Bojanic K, Loncarevic D, Stern-Padovan R, Filipovic-Gric B, Weingarten TN, Sprung J. Severe liver injury while using umbilical venous catheter: case series and literature review. *Am J Perinatol*. 2014;31(11):965-74
- 24 Keir A, Geisinger R, Dunn M. How long should umbilical venous catheters remain in place in neonates who require long-term ($\geq 5-7$ days) central venous access? *J Paediatr Child Health*. 2014 Aug;50(8):649-52
- 25 Yumani, DFJ, van den Dungen FAM, Weissenbruch MM. Incidence and risk factors for catheter-associated bloodstream infections in neonatal intensive care. *Acta Paediatrica*. 2013;102:e293-e298.
- 26 Boo NY, Wong NC, Zulkifli SS, Lye MS. Risk factors associated with umbilical vascular catheter-associated thrombosis in newborn infants. *J Paediatr Child Health*. 1999;35:460-5.
- 27 Seguin J, Fletcher MA, Landers S, Brown D, Macpherson T. Umbilical venous catheterizations: audit by the Study Group for Complications of Perinatal Care. *Am J Perinatol*. 1994;11:67-70.
- 28 Loisel DB, Smith MM, MacDonald MG, Martin GR. Intravenous access in newborn infants: impact of extended umbilical venous catheter use on requirement for peripheral venous lines. *J Perinatol*. 1996;16:461-6.
- 29 O'Grady MD et al and the Healthcare Infection Control Practices Advisory Committee (HICPAC). Guidelines for the Prevention of Intravascular Catheter-related Infections. <http://www.cdc.gov/hicpac/pdf/guidelines/bsi-guidelines-2011.pdf>
- 30 Taylor JE, Tan K, Lai NM, McDonald SJ. Antibiotic lock for the prevention of catheter-related infection in neonates. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015 Jun 4;6:CD010336
- 31 Jardine LA, Inglis GD, Davies MW. Prophylactic systemic antibiotics to reduce morbidity and mortality in neonates with central venous catheters. *Cochrane Database Syst Rev*. 2008 Jan 23;(1):CD006179.
- 32 Reynolds GE, Tierney SB, Klein JM. Antibiotics Before Removal of Percutaneously Inserted Central Venous Catheters Reduces Clinical Sepsis in Premature Infants. *J Pediatr Pharmacol Ther*. 2015;20(3):203-9.
- 33 Casner M, Hoesli SJ, Slaughter JC, Hill M, Weitkamp JH. Incidence of catheter-related bloodstream infections in neonates following removal of peripherally inserted central venous catheters. *Pediatr Crit Care Med*. 2014 Jan;15(1):42-8.
- 34 Hemels MA, van den Hoogen A, Verboon-Maciolek MA, Fleer A, Krediet TG. Prevention of neonatal late-onset sepsis associated with the removal of percutaneously inserted central venous catheters in preterm infants. *Pediatr Crit Care Med*. 2011 Jul;12(4):445-8
- 35 Tauzin L, Sigur N, Joubert C, Parra J, Hassid S, Moulies ME. Echocardiography allows more accurate placement of peripherally inserted central catheters in low birthweight infants. *Acta Paediatrica*. 2013 Jul;102(7):703-6
- 36 Jain A, McNamara PJ, Ng E, El-Khuffash A. The use of targeted neonatal echocardiography to confirm placement of peripherally inserted central catheters in neonates. *Am J Perinatol*. 2012 Feb;29(2):101-6.
- 37 Ades A, Sable C, Cummings S, Cross R, Markle B, Martin G. Echocardiographic evaluation of umbilical venous catheter placement. *J Perinatol*. 2003 Jan;23(1):24-8.

- 38 Oelberg DG, Baker A, Quast D, Worley L. Impact of umbilical catheterization on morbidity and mortality in extremely premature newborns. *J Neonatal Perinatal Med.* 2014;7(1):13-9
- 39 Heijting I, Antonius T. Incidence of central line associated bloodstream infections and a quality improvement initiative in a neonatal intensive care unit. *Interne kwaliteitsrapportage Radboudumc Nijmegen.* Januari 2015.
- 40 Bizarro MJ, Sabo B, Noonan M, Bonfiglio MP, Northrup V, Diefenbach K, et al. A quality improvement initiative to reduce central line-associated bloodstream infections in a neonatal intensive care unit. *Infection control and hospital epidemiology : the official journal of the Society of Hospital Epidemiologists of America.* 2010;31(3):241-248.
- 41 Klintworth G, Stafford J, O'Connor M, Leong T, Hamley L, Watson K, et al. Beyond the intensive care unit bundle: Implementation of a successful hospital-wide initiative to reduce central line-associated bloodstream infections. *American journal of infection control.* 2014;42(6):685-687.
- 42 Burrell AR, McLaws ML, Murgo M, Calabria E, Pantle AC, Herkes R. Aseptic insertion of central venous lines to reduce bacteraemia. *The Medical journal of Australia.* 2011;194(11):583-587.
- 43 Pronovost P. Interventions to decrease catheter-related bloodstream infections in the ICU: the Keystone Intensive Care Unit Project. *American journal of infection control.* 2008;36(10):S171 e171-175.
- 44 Simpson CD, Hawes J, James AG, Lee KS. Use of bundled interventions, including a checklist to promote compliance with aseptic technique, to reduce catheter-related bloodstream infections in the intensive care unit. *Paediatrics & child health.* 2014;19(4):e20-23.
- 45 Park, Christina K.; Paes, Bosco A.; Nagel, Kim; Chan, Anthony K.; Murthy, Prashanth; The Thrombosis and Hemostasis in Newborns (THiN) Group. Neonatal central venous catheter thrombosis: diagnosis, management and outcome. *Blood Coagul Fibrinolysis.* 2014 Mar;25(2):97-106
- 46 Boullata JI et al. A.S.P.E.N. Clinical Guidelines: Parenteral Nutrition Ordering, Order Review, Compounding, Labeling, and Dispensing. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* 2014 38: 334
- 47 Nadroo AM, Glass RB, Lin J et al (2002) Changes in upper extremity position cause migration of peripherally inserted central catheters in neonates. *Pediatrics* 110:131–136.
- 48 Connolly B, Amaral J, Walsh S et al (2006) Influence of arm movement on central tip location of peripherally inserted central catheters (PICCs). *Pediatr Radiol* 36:845–850.
- 49 Berger TM, Stocker M, Caduff J. Neonatal long lines: localisation with conventional radiography using a horizontal beam technique. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2006;91:F311
- 50 Berger TM, Fontana M. Horizontal beam technique to document position of percutaneously inserted central venous catheters. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 2016 Jan;101(1):F89.
- 51 Cribari C, Meadors FA, Crawford ES, Coselli JS, Safi HJ, Svensson LG. Thoracoabdominal aortic aneurysm associated with umbilical artery catheterization: case report and review of the literature. *J Vasc Surg.* 1992;16:75–86.
- 52 Drucker DE, Greenfield LJ, Ehrlich F, Salzberg AM. Aorto–iliac aneurysms following umbilical artery catheterization. *J Pediatr Surg.* 1986;21:725–730.
- 53 Aortic thrombosis after umbilical artery catheterization in neonates: prevalence of complications on long-term follow-up. *AJR Am J Roentgenol.* 1991;156:567–569
- 54 Fletcher MA, MacDonald MG, Avery GB. *Atlas of procedures in Neonatology.* JB Lippincott Co, Philadelphia 1983
- 55 Shukla H, Ferrara A. Rapid estimation of insertional length of umbilical catheters in newborns. *American Journal of Diseases in Childhood* 1986; 140: 786-8.

56 Kumar PP, Kumar CD, Nayak M, Shaikh FAR, Dusa S, Venkatalakshmi A. Umbilical artery catheter insertion length: in quest of a universal formula. *Journal of Perinatology* 2012; 32: 604-7.

Appendix A :

Criteria lijnsepsis:

Start infectie:

> 72 uur na geboorte

En

Centrale lijn minstens 2 kalenderdagen in situ

Of

Infectie start op dag van verwijdering lijn of de daaropvolgende dag

Criterium 1 (bloedkweek positief, geen huidflora):

Er zijn voor de patiënt één of meer, door het laboratorium gerapporteerde, positieve bloedkweken

En het gekweekte micro-organisme is geen normale huidflora.

En deze bevindingen kunnen niet worden toegeschreven aan een infectie elders in het lichaam.

Criterium 2 (bloedkweek positief met huidflora)

De patiënt heeft klinische verschijnselen van sepsis.

2A En tenminste twee, op verschillende momenten* van elkaar afgenomen positieve bloedkweken met normale huidflora.

* Op dezelfde dan wel daaropvolgende kalenderdag / verschillende afname plekken

NB: verschijnselen moeten optreden in 'infectiewindow': 3 dagen voor en/of 3 dagen na dag van afname bloedkweek.

En deze symptomen en het in het bloed gekweekte micro-organisme zijn niet afkomstig van een infectiebron elders in het lichaam.

2B En tenminste één, positieve bloedkweek met normale huidflora.

En deze symptomen en de door het laboratorium gerapporteerde in het bloed gekweekte micro-organisme is niet afkomstig van een infectiebron elders in het lichaam, bijv NEC

En het CRP is > 10 mg/L in de eerste 36 uur na start infectie.

NB1 In de Nederlandse praktijk zal criterium 2B de meest voorkomende zijn, omdat er meestal gekozen wordt voor afname van 1 bloedkweek bij een neonaat.

NB2 datum lijnsepsis = afnamedatum eerste positieve bloedkweek.