

Arteriëlijn de “rode” standaard?

Een studie naar de betrouwbaarheid van de NIBD v.s. de arteriëlijn

M.A.C.J.A. de Feijter¹, G. Klein de Vreede², R. Lecluse³, J. Heidt⁴

¹ Intensive Care verpleegkundige & Circulation Practitioner i.o. Tergooi Hilversum/Blaricum

² Intensive Care verpleegkundige & Ventilation Practitioner Tergooi Hilversum/Blaricum

³ Afdelingsmanager Intensive Care Unit Tergooi Hilversum/Blaricum

⁴ Internist Intensivist Tergooi Hilversum/Blaricum

Samenvatting: De arteriëlijn is binnen de IC een veelgebruikte invasieve methode om bloed af te nemen en (continue) bloeddruk te meten. De NIBD wordt voornamelijk toegepast op het moment van opname en wordt soms herhaald indien de arteriële bloeddrukmeting niet vertrouwd wordt. Doel van dit onderzoek is om aan te tonen dat een NIBD meting niet significant afwijkt ten opzichte van de arteriële bloeddrukmeting, en daarmee non-inferieur is.

Achtergrond: Bij opname op de IC blijft het plaatsen van de arteriëlijn soms (tijdelijk) achterwege. Is de NIBD meting een representatieve waarde om een behandeling snel en betrouwbaar te starten? Is het aanvaardbaar dat bij twijfel aan betrouwbaarheid van de arteriëlijn een NIBD meting wordt gevolgd?

Methode: Tijdens de studieperiode zijn 225 patiënten opgenomen, waarvan 53 patiënten met informed consent zijn geïncludeerd. Binnen het EPD vond de registratie van meetgegevens plaats. Het studieprotocol is gedigitaliseerd met invulmogelijkheid en ook zichtbaar en beschikbaar op elke patiëntenkamer.

Resultaten: Vanaf opname duurt het gemiddeld 28 minuten voordat een arteriëlijn is geplaatst. De A. Radialis rechts is het meest aangeprikt N=26 (46,4%). Ingedeeld naar primair verstoord orgaansysteem waarmee de patiënt is opgenomen, zijn er N=25 (44,6%) “circulatoir bedreigde” patiënten opgenomen. De gemiddelde MAP (mmHg) voor de arteriëlijn: 84,02 mmHg SD± 13,67 (57 - 123), en de NIBD 92,15 mmHg SD± 13,95 (65 - 127). Het uiteindelijke verschil in de MAP tussen NIBD en arteriëlijn is 8,13 mmHg SD± 8,67 (-12 - 31), dit is significant (P <0.05).

Conclusie: De NIBD is een goede betrouwbare (tijdelijke) vervanger van de invasieve bloeddrukmeting. Aangezien het verschil significant is, moet er hierbij rekening worden gehouden dat de NIBD ten opzichte van de invasieve meting gemiddeld 8 mmHg overschat. Het lezen van arteriële drukcurves is nodig om de betrouwbaarheid van de arteriëlijn na te gaan.

Trefwoorden: NIBD, arteriëlijn, MAP, IC, EPD, IABP

Introductie

De arteriëlijn is bij Intensive Care (IC) patiënten een gemakkelijke en accurate methode om per hartslag de Intra Arteriële Bloeddruk (IABP) te meten. Daarnaast kan de arteriëlijn gebruikt worden voor een continue en direct beschikbaar bloedafname punt wanneer frequente bloedafname is vereist om de juiste behandeling te starten en vervolgens het effect en doelmatigheid van die behandeling te controleren. Aangezien de arteriëlijn een invasieve device is, bestaat het risico op complicaties zoals: occlusie, ischemie, hematoom, lokale infectie of een aneurysma spurium (1).

Op dit moment betreffen de eerste bloeddrukmetingen bij opname op de IC vooral non-invasieve bloeddruk (NIBD) metingen. Deze NIBD waarden geven bij het ontbreken van de arteriëlijn een redelijk snelle en statische inschatting van de actuele tensie. Het (automatisch) oppompen van een manchet kan voor enig lichamelijk ongemak zorgen, daarnaast kan de manchet bij een niet gelukte meting met een hogere druk gaan meten (tot 270 mmHg). Een ander nadeel is dat het geen continue bloeddrukweergave oplevert. Hoe snel een arteriëlijn wordt ingebracht hangt af van een aantal factoren waaronder: hoe vitaal bedreigd de patiënt is,

medische prioriteiten, hoe snel de behandeling ingezet en geëvalueerd moet worden en hoe makkelijk de arteriële lijn daadwerkelijk is in te brengen, waarbij de ervaring van de arts ook een rol speelt. Wanneer de arteriële lijn is ingebracht dient deze te worden geïjkt, zodat een representatieve en valide invasieve bloeddrukwaarde wordt gemeten. Bij elke houdingsverandering van de patiënt dient de arteriële lijn te worden geïjkt ter hoogte van het rechter atrium.

Jaarlijks worden de bewakingsmonitoren onderhouden en gekalibreerd door de afdeling Klinische Fysica en Medische Technologie (KFMT).

In de praktijk worden ook NIBD metingen gedaan, als de arteriële lijn niet wordt vertrouwd (wanneer de IABP bij een patiënt in shock erg laag is). Wanneer blijkt dat er een hogere NIBD waarde is ten opzichte van de arteriële lijn, wordt er met enige regelmaat geconcludeerd dat de NIBD meting dan meer betrouwbaarder is en wordt vervolgens de therapie gestuurd op die NIBD-meting: de vraag is of dit "Evidence Based" is.

Volgens Lakhal (2009) is de NIBD meting effectief om hypotensieve patiënten te identificeren en veranderingen in de Mean Arterial Pressure (MAP) zichtbaar te maken (2). Een onjuiste manchetmaat kan van invloed zijn op de NIBD meting. De ideale manchet maat, heeft een lengte van 80% en een breedte van minstens 40% van de armomtrek (3). Onderzoek van Marks LA (2000) heeft uitgewezen dat een verschil in bloeddruk groter is, wanneer de manchet kleiner is in verhouding tot de armomtrek dan wanneer deze te groot is (4). Ook kan de positie van de gemeten arm en het lichaam van invloed op de NIBD-meting (5,6).

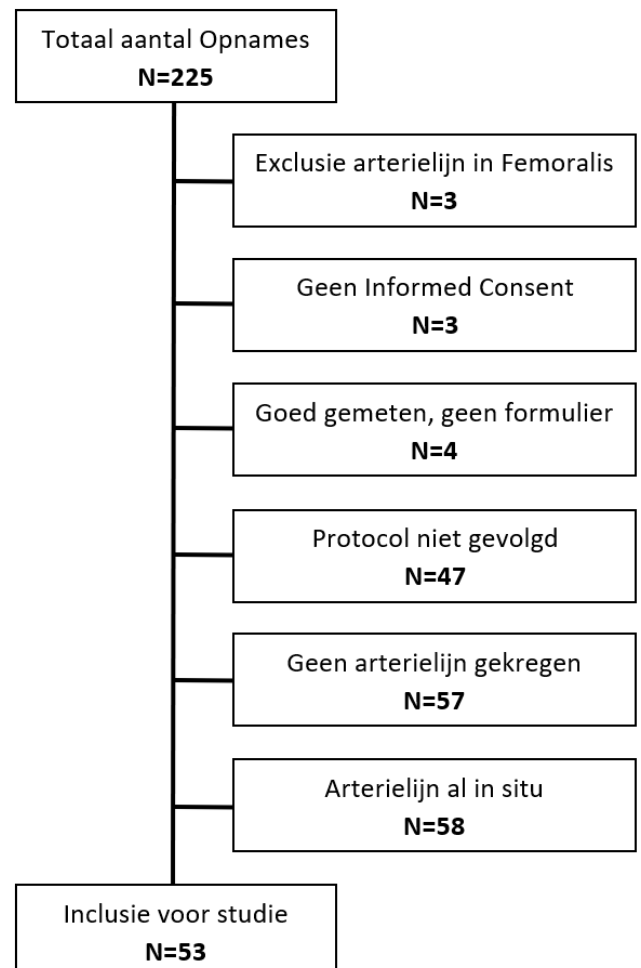
De uitslag van IABP metingen kunnen per anatomische positie verschillen (7,8).

Doel van dit onderzoek is om aan te tonen dat een NIBD meting niet significant afwijkt ten opzichte van de arteriële bloeddrukmeting, en daarmee non-inferieur is.

Methoden en Materialen

De studie is goedgekeurd door het wetenschapsbureau van Tergooi en is niet

WMO- plichtig. Het onderzoek is een single centre prospectief non-inferiority onderzoek. 80% van het verpleegkundige IC team is voor het onderzoek ondervraagd over het juist protocollair meten van de NIBD. Vragen zijn gesteld over de juiste manchet positie, manchetmaat, NIBD meting zonder (stuwende) kleding en armpositie t.o.v. het lichaam. Hierbij bleek protocollaire uniformiteit aanwezig te zijn. Bij de dagelijkse dag-start werd steeds even stilgestaan bij het onderzoek om bij iedere opname met plaatsing van een arteriële lijn te denken aan het volgen van het studieprotocol en informed consent te vragen, teneinde geen inclusies te missen. Tijdens de studieperiode, vanaf 22 maart 2018 tot en met 19 juli 2018, zijn er 225 patiënten opgenomen waarvan 53 patiënten geïncludeerd konden worden (Tabel 1).



Tabel 1. Flowdiagram van patiënten opnames

Inclusie criteria: elke patiënt (≥ 18 jaar) die wordt opgenomen op de IC en een arteriële lijn krijgt. Exclusie criteria: Bewezen type A-

dissectie, arteriëlijn in de A. femoralis, arteriëlijn al in situ bij binnenkomst IC, shunt in situ, mamma amputatie en/of okselklierverwijdering en/of een paretische zijde.

Invasieve meting: het inbrengen van de arteriëlijn is uitsluitend uitgevoerd door de intensivist of arts assistent IC. De arteriëlijn kon worden geprikt met de volgende arteriële katheters: Arterial Canule van BD® 20GA/1.10mm x 45mm (Radialis), of de Catheterization Set van ARROW® (Seldinger techniek) 22GA/5 cm of 20GA 8 cm voor radialis en/of brachialis. De arteriële druklijn Xtrans (Codan®) is aangesloten op een drukzak met 1000 cc NaCl 0.9% infusie onder 300 mmHg continue druk, waarbij de druktransducer is geplaatst in de Hemo4-pod van Siemens®, welke weer is verbonden met de bewakingsmonitor Infinity Delta van Dräger®.

Non-invasieve meting: de NIBD meting vindt plaats via een manchet om de bovenarm. De monitor geeft NIBD-metingen weer in de vorm van numerieke waarden. Deze waarden worden opgeslagen in het Patiënt Data Management Systeem (PDMS), als niet gevalideerde meting. Ook wordt het meetresultaat opgeslagen in de bewakingsmonitor.

De manier van bloeddruk berekening verschilt tussen de NIBD en arteriëlijn.

De NIBD meting is een oscillometrische techniek. De druk wordt hoog opgevoerd en vervolgens langzaam verlaagd. De gemeten druk bij de hoogst gemeten oscillatie (trilling veroorzaakt door bloedflow) wordt beschouwd als de MAP. Met deze MAP wordt vervolgens de systolische en diastolische bloeddruk berekend. De curve van druk versus de mate van oscillaties worden hierin bekeken. Systole is de druk bij 0.67 van het begin van de oscillatie en de maximale oscillatie, diastole is bij 0.5 van die maximale oscillatie tot aan het einde van de oscillatie.

Bij de arteriële methode wordt de systole en diastole gemeten en van hieruit de Mean berekend. De formule hiervan:

$$\text{MAP} = [(2 \times \text{diastole}) + \text{systole}] / 3.$$

Bij de arteriële methode wordt ook gebruikt gemaakt van een gemiddelde van 7 invasieve

curves, aangezien arteriële bloeddrukmeting een (continue) beat-to-beat analyse is, kan een gemiddelde binnen de 7 curves variëren.

Studieprotocol: Bij opname op de IC werd de armomtrek gemeten en vervolgens de juiste manchet maat aangesloten op de monitor. De NIBD meting werd eerst om de linker bovenarm gemeten, gevolgd door de rechter bovenarm. Direct na het plaatsen van de arteriëlijn werd de druktransducer geijkt. Dit ijken gebeurt ook voor iedere meting wanneer de druktransducer zich niet op rechter-atrium hoogte bevindt. Vervolgens werd direct na plaatsen van de arteriëlijn, 30 minuten na plaatsen arteriëlijn en 60 minuten na plaatsen arteriëlijn gelijktijdig bij het aflezen van de arteriële bloeddruk de NIBD meting gestart aan dezelfde arm als waar de arteriëlijn is geplaatst. Meetgegevens en relevante gegevens als armomtrek, gebruikte manchet maat, locatie arteriëlijn, tijdstip inbrengen arteriëlijn en toegediende inotropie werden in het Elektronisch Patiënten Dossier (EPD) genoteerd. Hiervoor was een standaard formulier gemaakt, zodat de meetgegevens gemakkelijk konden worden genoteerd en opgeslagen.

Op iedere IC kamer was een onderzoek flowchart, meetlint en manchet overzicht geplaatst. Bij het “spoedbed” stond er een bak met alle soorten manchet maten. Schriftelijke informed consent is door de IC-arts of IC-verpleegkundige verkregen van de patiënt of diens vertegenwoordiger (indien de patiënt niet in staat was tot beantwoording). Van alle 225 opgenomen patiënten is het dossier bekeken of deelname aan het onderzoek mogelijk was. Bij ontslag van de afdeling IC en geen informed consent bij goed uitgevoerde en genoteerde metingen, is de patiënt alsnog benaderd voor deelname. De studie wijkt namelijk niet af van de gebruikelijke IC zorg en is daarmee niet extra belastend geweest.

Data verzameling en statistische analyse:

Gedurende het onderzoek zijn de inclusieformulieren wekelijks verwerkt op de beveiligde werkcomputer. De opslag van gegevens en meetresultaten is toegepast in SPSS (Statistical Package for the Social

Sciences versie 22) van waaruit de verdere statistische analyse is uitgevoerd.

Voor iedere patiënt is van de drie meetmomenten na inbrengen van de arteriële gemiddelde van deze drie NIBD en IABP metingen berekend om verder te gebruiken in de analyse.

Om te toetsen of er sprake is van een normale verdeling is er een histogram en een Shapiro-Wilk test uitgevoerd, hieruit blijkt dat de data normaal verdeeld is.

Een gepaarde T-toets is uitgevoerd, waarin de gemiddelde MAP van de NIBD tegenover de gemiddelde MAP van de arteriële is getoetst. Reden van deze volgorde is de veelal hogere NIBD waarde t.o.v. de arteriële en de daarbij grotendeels positieve verschillen in uitslagen. Om verdere subgroep analyses te vergelijken is de "one-way Anova" test uitgevoerd (means

vergelijken in verschillende groepen). Om de one-way Anova test toe te kunnen passen, is voldaan aan de volgende 2 assumpties: (1) Normale verdeling in elke groep, (2) gelijke variantie d.m.v. de Levene's test.

Resultaten

Van 53 geïncludeerde patiënten zijn 318 MAP waarden berekend en gebruikt voor de analyse.

De uitkomst van de gepaarde T-toets geeft een significant verschil (waarbij een P waarde van $P < 0.05$ significant genoemd mag worden), tussen de MAP van de NIBD en arteriële met een $P = 0.00000009153$ (Tabel 2).

De gemiddelde MAP (mmHg) voor de arteriële: $84,02 \text{ SD} \pm 13,67$ (57 – 123),

| | N | Mean | SD ± | SE Mean | 95% CI | t | df | P-waarde |
|--|----|-------|-------|---------|--------|-------|----|----------|
| Gemiddelde MAP NIBD – Gemiddelde MAP arteriële | 53 | 8,132 | 8,665 | 1,190 | 5,744 | 6,833 | 52 | 0.000 |
| | | | | | – | 10,52 | | |

Tabel 2. Uitkomst gepaarde T-toets

| | N (%) | Minimum | Maximum | Mean | SD ± |
|-----------------------------------|-----------|---------|---------|--------|-------|
| Geslacht <i>Man</i> | 28 (52,8) | - | - | - | - |
| <i>Vrouw</i> | 25 (47,2) | - | - | - | - |
| Leeftijd | 53 | 20 | 95 | 63,94 | 17,65 |
| Lengte (cm) | 44 | 150 | 198 | 172,86 | 11,66 |
| Gewicht (kg) | 45 | 44 | 145 | 81,27 | 21,22 |
| IBW (kg) | 44 | 43,3 | 88,6 | 66,39 | 12,01 |
| Hartfrequentie (bpm) | 53 | 60 | 170 | 95,42 | 23,73 |
| Gemiddelde MAP Arteriële (mmHg) | 53 | 57 | 123 | 84,02 | 13,67 |
| Gemiddelde MAP NIBD (mmHg) | 53 | 65 | 127 | 92,15 | 13,95 |
| Verskil MAP NIBD/Arteriële (mmHg) | 53 | -12 | 31 | 8,13 | 8,67 |

bpm: beats per minute

Tabel 3. Patiënten karakteristieken

en de NIBD $92,15 \text{ SD} \pm 13,95$ (65 – 127). Het uiteindelijke verschil in de MAP tussen NIBD en arteriële lijn $8,13 \text{ SD} \pm 8,67$ (-12 – 31) mmHg (Tabel 3).

De gemiddelde tijd tussen moment van opname en plaatsen van de arteriële lijn is 28.57 minuten $\text{SD} \pm 34,14$ (0 – 156). De voorkeurspositie tot het inbrengen van de arteriële lijn is: A. Radialis rechts N=26 (46,4%), A. Radialis links N=21 (37,5%), A. Brachialis rechts N=4 (7,1%) gevolgd door de A. Brachialis links N=1 (1,8%).

De gemiddelde armomtrek is 29 cm, de meest gebruikte manchet maat is 25-35 cm. De patiënten zijn onderverdeeld in vier subgroepen (orgaansystemen), waarbij gekeken is naar de primaire opnamediagnose: circulatoir N=25 (44,6%), respiratoir N=22 (39,3%), intern N=5 (8,9%) en neurologisch N=1 (1,8%).

De one-way Anova test is uitgevoerd, om te analyseren of er een significant verschil is tussen de subgroep orgaansysteem en de MAP.

De one-way Anova test laat geen significant verschil zien tussen beiden groepen $P = 0.745$.

Bij zeven patiënten (12,5%), werd tijdens de metingen inotropie toegediend. Hieronder valt Noradrenaline 0,1 mg/ml (0,1 mg/uur tot maximaal 1 mg/uur) en/of Corotrope 0,2 mg/ml (tot maximaal 0,4 mg/uur). Bij één patiënt werd Labetalol toegediend 5 mg/ml (60 mg/uur).

Er is ook geregistreerd welke ritmes de patiënten hadden tijdens de metingen. Sinusritme N=33 (58,9%), Sinustachycardie N=15 (26,8%), Atriumfibrilleren N=3 (5,4%), Pacemakerritme N=1 (1,8%) en Atrialritme N=1 (1,8%).

Discussie

Indien er daadwerkelijk een arteriële lijn wordt geplaatst, duurt dit volgens deze studie gemiddeld tot 28 minuten na moment van opname. Binnen deze termijn wordt de therapie soms gestart en/of gestuurd op geleide van de NIBD metingen. De therapie die wordt toegepast is onder andere het

toedienen van intraveneuze vloeistoffen en het starten van bloeddrukverhogende middelen (vasoactieve medicatie zoals Noradrenaline en Corotrope) of het toedienen van bloeddrukverlagende middelen (zoals Labetalol).

Vanwege de gepaarde metingen op drie momenten, zal dit waarschijnlijk geen invloed hebben gehad op de uitkomst van de studie. Door de drie meetmomenten is er zo min mogelijk inter-person variatie.

Er is een significant verschil tussen de MAP van de NIBD en arteriële lijn ($P=0.0000009153$). Bij een aantal zeer instabiele patiënten zijn er geen metingen uitgevoerd (geen tijd om te meten), of konden geen meetgegevens worden verkregen (geen geslaagde NIBD metingen) deze patiënten zijn niet geïncludeerd. Instabiele patiënten zouden mogelijk nog een verschil kunnen geven tussen de subgroep analyses. Tussen de verschillende opname populaties is er geen significant verschil aangetoond. Mogelijk komt dit door de relatief kleine onderzoekspopulatie.

De MAP uitslag van de NIBD meting valt gemiddeld 8 mmHg hoger uit dan via de invasieve meting. "Arteriële stijfheid" zou een negatieve factor kunnen zijn, waarbij de NIBD de IABP meestal overschat (**3**). Bij ernstig zieke patiënten, met hoge doseringen vasopressie, zal een gedempte (afgevlakte) curve onbetrouwbaar kunnen zijn. Aangezien hoge doseringen vasopressie arteriële stijfheid geeft, zou dit tevens een oorzaak kunnen zijn van de onbetrouwbaarheid (**9**). In deze studie was de toediening van Noradrenaline maximaal $0,33 \mu\text{g}/\text{Kg}/\text{minuut}$. Een maximale toediening van vasopressie in relatie tot betrouwbaarheid is tijdens dit onderzoek niet onderzocht.

Bij het analyseren van de invasieve bloeddruk moet altijd de arteriële drukcurve worden bekeken om na te gaan of er sprake is van een gedempte curve of zgn. overshoot curve. Wanneer er discrepantie is tussen de NIBD en IABP, wordt de arteriële meting beschouwd tot een overdempte curve die niet vertrouwd kan worden. Volgens McGhee BH (2002), zou deze interpretatie een te snel oordeel zijn, waarbij belangrijke feiten worden genegeerd.

Een arteriesysteem met (te) hoge dempings coëfficiënt (overdemping) resulteert in afname/afvlakking van de arteriële curve met een vals lage systole, vals hoge diastole en afname/verdwijnen van de dicrotic notch. Overdemping kan ontstaan door luchtbellen/stolsels/knik in het systeem, losse connectie, niet goed opgeblazen drukzak. Een systeem met (te) lage dempings coëfficiënt (onderdemping) resulteert in systolisch en diastolische overshoot van het signaal. Onderdemping komt door een te zachte en/of te lange infuus slang, hyperdynamische circulatie, hypertensie, atherosclerose of tachycardie **(10)**.

Een scholing over het interpreteren van arteriële drukcurves, zal mogelijk kunnen helpen bij het herkennen van een accurate drukcurve.

De verschillende hartritmes kunnen enige invloed hebben gehad op de MAP metingen. Bij AF kunnen meerdere metingen nodig zijn, waarbij de bloeddruk overschat of onderschat kan worden. Dit komt door de grote verschillen in bloeddruk per hartslag. Een verminderde cardiale inotropie i.c.m. een tachycardie kan de bloeddruk verminderen. Er zijn maar drie patiënten (5,4%) geïnccludeerd met Atriumfibrilleren (AF). AF heeft een negatieve invloed op NIBD metingen **(10)**.

Voor het vergelijken van de NIBD en IABP waarden, is er gekozen voor de MAP als afhankelijk variabel. Uiteindelijk is de simultane NIBD en IABP meting vergeleken, hoewel het studieprotocol voorzag van meer (NIBD) metingen.

Het manchets assortiment van de IC bevat banden van verschillende fabrikanten (Critikon, Mindray, Asmuth, Dräger). De Dräger NIBD bloeddruk manchet is onderdeel van een geïjkt volume. Het toepassen van een NIBD manchet van een ander merk, kan mogelijk een afwijkende NIBD meting geven. Uniformiteit in NIBD meting met daarbij gebruik van de juiste manchet maat voor de juiste armomtrek is belangrijk voor een betrouwbare meting **(3)**.

Het manchets assortiment zou misschien van eenzelfde firma moeten zijn, als waarmee de meetapparatuur gekalibreerd wordt. Een

vervolg studie/ of literatuurstudie zou uitgevoerd moeten worden om te kijken of er een verschil in meting is bij de verschillende manchets banden in combinatie met de huidige monitor.

Verder onderzoek, met grotere onderzoekspopulaties, is noodzakelijk om de betrouwbaarheid tussen de NIBD en Arterielijn bij subgroepen in beeld te krijgen. Mogelijk zou de APACHE II score of opnamediagnose met primair bedreigde orgaanfunctie iets kunnen zeggen over de snelheid waarmee hemodynamische instabiliteit wordt verwacht en de juiste accuraatheid om dit te monitoren.

Voor de beoordeling van de algehele circulatie zullen ook altijd overige klinische symptomen van circulatoir falen (oligurie, mottling score, lactaat en S(c)vO₂) in ogenschouw moeten worden genomen. Bij vervolg onderzoek zouden deze parameters dan ook meegenomen moeten worden om te vergelijken.

Omdat er 2 groepen met elkaar zijn vergeleken (NIBD MAP en IABP MAP) is er een paired t-test gebruikt. De kans op een type I fout neemt dan wel toe, omdat er meerdere paired t-tests zijn gebruikt i.p.v. een repeated measures ANOVA.

Conclusie

De conclusie is dat de NIBD een goede betrouwbare (tijdelijke) vervanger is van de invasieve bloeddrukmeting. Hoelang de NIBD kan worden gebruikt is per patiënt afhankelijk van de klinische situatie en/of verslechtering. Er moet hierbij rekening worden gehouden dat de NIBD ten opzichte van de invasieve meting gemiddeld 8 overschat. Daarmee is de mening en de eventuele beslissing om te kiezen voor een "gunstiger" getal van NIBD voor mmHg (langdurig) uitoefenen van circulatoire monitoring en ondersteuning niet op zijn plaats.

Bij patiënten met een IABP meting die niet vertrouwd wordt, blijft de arterielijn dan ook de "gouden standaard", mits er sprake is van een betrouwbare arteriële curve, en overdemping en onderdemping door technische problemen is uitgesloten.

Deze studie toont een significant verschil tussen de MAP van de NIBD en arteriële, met een hogere gemiddelde MAP bij de NIBD-metingen. Verdere subgroep analyse heeft geen significant verschil aangetoond tussen de verschillende opnametypes, ingedeeld per bedreigd orgaansysteem.

Het onderzoek van Lakhal (2009) heeft aangetoond (2), dat bij patiënten met een NIBD MAP > 70 mmHg er toch in 2,7% van de gevallen sprake was van daadwerkelijke hypotensie (MAP < 65 mmHg). In de praktijk zou de NIBD meting bij patiënten met een regulair hartritme een goede methodiek kunnen zijn om grote veranderingen in de bloeddruk te meten. De NIBD zal dan wel in-trendbewaking vervolgd moeten worden om hemodynamisch verloop inzichtelijk te krijgen. Hierbij moet worden benadrukt dat de MAP met de NIBD mogelijk wordt overschat, volgens deze resultaten met gemiddeld 8 mmHg. Het advies is dan ook een NIBD meting met een MAP van ≥ 75 mmHg na te streven indien een ondergrens/streefwaarde voor een IABP op > 65 mmHg gesteld zou worden.

Conflict of interest

Bij de uitvoer of verwerking van het onderzoek is geen sprake van belangenverstrengeling.

Dankwoord

Ik wil graag het volledige IC team bedanken voor de ondersteuning bij de uitvoering van het studieprotocol. Dank aan arts-assistent Intensive Care drs. A. Rongen voor haar ondersteuning bij de statistische analyse.

Literatuur

1. Scheer B, Perel A, Pfeiffer UJ. Clinical review: complications and risk factors of peripheral arterial catheters used for haemodynamic monitoring in anaesthesia and intensive care medicine. *Critical Care* 2002 Jun;6(3):199-204.
2. Lakhal K, Ehrmann S, Runge I, Legras A, Dequin PF, Mercier E, Wolff M,... Boulain T.: Tracking hypotension and dynamic changes in arterial bloodpressure with brachial cuff measurements. *International Anesthesia Research Society*. 2009 aug;109(2):494-501.

3. Pickering TG, Hall JE, Appel LJ, Falkner BE, Graves J, Hill MN,... Roccella EJ.: Recommendations for blood pressure measurement in humans and experimental animals: part 1: blood pressure measurement in humans: a statement for professionals from the Subcommittee of Professional and Public Education of the American Heart Association Council on High Blood Pressure Research. *Circulation*. 2005 Feb 8;111(5):697-716
4. Marks LA & Groch A. Optimizing cuff width for noninvasive measurement of blood pressure. *Blood Pressure Monitoring*. 2000 Jun;5(3):153-8.
5. Netea RT, Lenders JW, Smits P & Thien T. Influence of body and arm position on blood pressure readings: an overview. *Journal of hypertension*. 2003 Feb;21(2):237-41.
6. Jamieson MJ, Webster J, Philips S, Jeffers TA, Scott AK, Robb OJ,... Petrie JC.: The measurement of blood pressure: sitting or supine, once or twice? *Journal of hypertension*. 1990 Jul;8(7):635-40.
7. Picone DS, Schultz MG, Othal P, Aakhus S, Al-Jumaily AM, Black JA,... Sharman JE.: Accuracy of Cuff-Measured Blood Pressure: Systematic Reviews and Meta-Analyses. *Journal of the American College of Cardiology* 2017 aug 1;70(5):572-586.
8. Kobayashi H, Kinou M, Takazawa K. Correlation between the brachial blood pressure values obtained using the cuff method and the central blood pressure values obtained invasively. *Internal medicine* 2013;52(15):1675-80.
9. McGhee BH, Bridges EJ: Monitoring arterial blood pressure: what you may not know. *Critical Care Nurse* 2002, 22:60-64.
10. Berkelmans GFN, Kuipers S, Westerhof BE, Spoelstra-de Man AME, Smulders YM. Comparing volume-clamp method and intra-arterial blood pressure measurements in patients with atrial fibrillation admitted to the intensive or medium care unit. *Journal of clinical monitoring and computing*. 2018 Jun;32(3):439-4