

Echo en vloeistof; een gouden combinatie?

Auteur: Wim Gielis; Intensive Care Practitioner i.o. uitstroomprofiel Circulation
Drs. Esther Ewalds; Internist-intensivist, Praktijkopleider
Moniek Vogels; Afdelingsmanager

Intensive Care - Coronary Care, ziekenhuis Bernhoven, Uden

Abstract

Achtergrond: Al jaren wordt bij onderzoeken gerapporteerd dat hart-longinteracties tijdens mechanische beademing zijn gebruikt om de vloeistofreactie te beoordelen. Anders gezegd, de drukverandering tijdens de inspiratie en expiratie laat zich terug zien in de druk of volume variatie in de circulatie. In het bijzonder is aangetoond dat de polsdrukvariatie (PPV) afgeleid uit analyse van de arteriële golfvorm, de slagvolumevariatie (SVV) afgeleid uit pulscontour analyse en de variatie van de amplitude van de pulsoxymeter plethysmografische golfvorm, in hoge mate voorspellend zijn voor vloeistoftherapie. (1,2) Daarnaast wordt de gebruikelijke monitor parametrie ingezet zoals hartfrequentie en bloeddruk of urineproductie en temperatuur of tekening extremiteiten. Diverse geavanceerde monitoring, die nog steeds verder ontwikkeld en verbeterd worden, wordt ingezet.

Op de intensive care van ziekenhuis Bernhoven wordt steeds vaker gebruik gemaakt van de echografische techniek als hulpmiddel om de vulling status van de circulatie te bepalen. De CAVAl-index is redelijk makkelijk te bepalen en gaat ons misschien helpen bij het vaststellen van de volumestatus van de patiënt. In de literatuur wordt geschreven dat de index bepaling het betrouwbaarst ingezet kan worden bij gecontroleerd beademde patiënten (3).

In dit onderzoek wordt nagegaan of, echografisch bepalen van de diameter van de vena cava inferior waarna de CAVAl-index wordt berekend, ons kan helpen met het valide inschatten van de vullingsbehoefte van de patiënten op de intensive care.

Methode: In een prospectief, observationeel, single center cohort studie is data verzameld, bestaande uit een overzicht van voor- en nametingen van de CAVAl-index bij patiënten opgenomen op de IC van ziekenhuis Bernhoven gedurende de periode 1 september tot 15 december 2021. Deze gegevens zijn aangevuld met parametrie zoals hartfrequentie, bloeddruk (MAP), urineproductie, centrale temperatuur, PiCCO waarden (indien aanwezig) en CVD. Daarnaast zijn lactaat en SCVO₂ en gegevens over de patiënt, zoals geslacht, leeftijd, lengte, gewicht en ziektebeeld meegenomen.

De genoemde metingen zijn uitgevoerd volgens een van tevoren vastgesteld protocol door bekwame intensivisten.

Resultaten: Bij zes van de elf patiënten (54.5%) met een CAVAl-index <50% is ondanks deze index toch besloten om te vullen. Hierbij is door de intensivist besloten te vullen op basis van een van de andere factoren (bloeddruk, HF, MAP, urineproductie of temp).

Bij drie van de vier patiënten (75%) met een CAVAl-index >50% is gevuld, bij één patiënt is ervoor gekozen niet te vullen, waarbij een hoge bloeddruk en voldoende urineproductie leidend zijn geweest.

Zes patiënten zijn VC-beademd. Hiervan is bij drie van de zes patiënten de CAVAl-index niet gevolgd. Bij twee patiënten met een CAVAl-index <50% is toch besloten te vullen. Bij één patiënt met een CAVAl-index >50% is ervoor gekozen niet te vullen.

Conclusie: de CAVAl-index alleen geeft geen valide advies om vloeistofresponsiviteit aan te tonen (tabel 2,3). De CAVAl index geeft wel een indicatie om te vullen maar dient dan naast andere parameters zoals; hartslag, bloeddruk, urineproductie en lactaat ingezet te worden om de indicatie te onderbouwen.

Er is in dit onderzoek geen uniformiteit in het gebruik van de parametrie aan te tonen waaruit de intensivist zijn informatie haalt om zijn beleid te staven. Gezien de kleine omvang van dit onderzoek is laatst genoemde conclusie interessant voor de IC Practitioner stuurprofiel Circulatie, om dit nader te onderzoeken en meer uniformiteit te creëren als uiteindelijke doelstelling.

Inleiding

Al jaren wordt bij onderzoeken gerapporteerd dat hart-longinteracties tijdens mechanische beademing zijn gebruikt om de vloeistofreactie te beoordelen. In het bijzonder is aangetoond dat de polsdrukvariatie (PPV) afgeleid uit analyse van de arteriële golfvorm, de slagvolumevariatie (SVV) afgeleid uit pulscontour analyse en de variatie van de amplitude van de pulsoxymeter plethysmografische golfvorm in hoge mate voorspellend zijn voor vloeistoftherapie (2). Is extra vocht toedienen om de vloeistofstatus van de circulatie te verbeteren nu wel of niet geïndiceerd? Vloeistoftherapie is een belangrijke stap bij patiënten met tekenen van shock, maar de gouden standaard voor beoordeling van de volumestatus is er niet.

De door ventilatie met positieve druk veroorzaakte veranderingen in de diameter van de vena cava is een voorspeller van de mate van vloeistofresponsiviteit (3). Veranderingen in de diameter van de vena cava superior (VCS) en vena cava inferior (VCI), gemeten door echografie zijn gebruikt om de vloeistofresponsiviteit te voorspellen. Onderzoeken hebben aangetoond dat de collaps-index van de VCI, de zogenaamde CAVAl-index, die de toename van de VCI-diameter bij inademing (mechanische ventilatie) en de afname van de diameter bij uitademing weerspiegelt, de vloeistofresponsiviteit kon voorspellen (4). Deze techniek heeft een aantal beperkingen, waaronder het feit dat subcostale echografie moeilijker is bij patiënten met een overgewicht en patiënten die een laparotomie hebben ondergaan. Bovendien worden veranderingen in VCI-diameter beïnvloed door intra-abdominale druk (IAP), waardoor deze techniek minder betrouwbaar is.

De VCS-collapsindex wordt als betrouwbaarder beschouwd dan de VCI-collapsindex bij het voorspellen van vloeistofresponsiviteit. Het belangrijkste nadeel van deze techniek is dat de VCS alleen adequaat kan worden gevisualiseerd door transoesophageale echografie en deze techniek is niet geschikt voor continue monitoring. Op de intensive care van ziekenhuis Bernhoven wordt steeds meer gebruik gemaakt van de echografische techniek als hulpmiddel om de mate van vulling te bepalen. Een collaberende vena cava inferior zou een teken zijn van ondervulling. De literatuur geeft aan dat de collaps-index van de vena cava inferior gemeten met point-of-care echografie van grote waarde is bij het voorspellen van de vloeistofrespons, met name bij patiënten met gecontroleerde mechanische ventilatie (3).

Opgemerkt wordt echter ook dat de index meting, bedoeld voor het voorspellen van de vloeistofrespons, beperkt wordt door verschillende beademingsinstellingen. Bij patiënten met $TV \geq 8$ ml/kg en $PEEP \leq 5$ cm H₂O was de index een nauwkeurige voorspeller van vloeistofrespons, terwijl bij patiënten met $TV < 8$ ml/kg of $PEEP > 5$ cm H₂O, de index een slechtere voorspeller was.

Daarom moeten intensivisten voorzichtig zijn bij het gebruik van de echografische meting van de CAVAl-index (4). Ademhalingsvariatie in vena cava inferior-diameter heeft bij spontaan ventilerende patiënten een beperkt vermogen om de vloeistofrespons te voorspellen. Bij het gebruik van vena cava inferior-echografie moet daarom rekening worden gehouden met de klinische context om behandelbeslissingen te helpen nemen (15).

Enkele van onze intensivisten gebruiken hun vaardigheid in de echografie en zetten deze in om de vullingstoestand van het vaatbed te bepalen bij onder andere de acuut septische patiënt. Maar hoe betrouwbaar is dit nu eigenlijk?

Deze researchopdracht onderzoekt of het collaberen van de vena cava inferior een accurate en valide meting is om de vullingstoestand van de patiënt op de IC te bepalen.

Probleemstelling

De IC van ziekenhuis Bernhoven te Uden is een level 1 IC en heeft een ICU en CCU. De ICU heeft een capaciteit van 8 bedden met beademingscapaciteit en de CCU 4 bedden. Er wordt grotendeels gewerkt volgens de Europese intensive care richtlijnen en reguliere monitoring met daarnaast onder andere het echoapparaat als specifiek diagnostisch hulpmiddel. Echter niet alle intensivisten zijn even bekwaam in het echografisch meten van de collaps index van de vena cava inferior. De meting wordt o.a. daardoor niet consequent en volgens dezelfde methodiek uitgevoerd. Er is geen protocol voorhanden met betrekking tot deze meting.

De behoefte om het echoapparaat frequenter en doelgericht in te zetten wordt omarmd en de intensivisten zijn bereid zichzelf de benodigde techniek eigen te maken en zich hierin verder te bekwamen. Echter is er ook de vraag hoe dit instrument dan valide in te kunnen zetten en welke metingen bruikbaar zijn.

Daarnaast is de practitioner in opleiding er ook om echografisch onderzoek te kunnen doen. Dit zal in de toekomst altijd onder supervisie van de intensivist uitgevoerd worden.

Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is om te bepalen of echografisch meten van de diameter van de vena cava inferior waaruit de CAVAl index berekend wordt, de intensivist kan helpen met het valide inschatten van de volumestatus en eventuele vullingsbehoefte van de patiënten op de intensive care.

Vraagstelling

Hoofdvraag

Kan met behulp van de CAVAL Index de volumestatus van de instabiele IC-patiënt accuraat, valide en betrouwbaar bepaald worden? En heeft dit een voorspellende waarde voor de mate van vloeistofresponsiviteit na het geïndiceerd toedienen van een vochtbolus?

Subvraag

Is er een verband tussen de CAVAL Index door middel van echografisch in beeld brengen van de vena cava inferior en die van de huidige gebruikte parameters (zoals hartfrequentie (HF), mean arterial pressure (MAP), urineproductie, lactaat of SCVO2)?

Methodiek

Studieopzet

Ter beantwoording van de hoofd- en subvraag is er een prospectief, observationeel, single center cohort studie uitgevoerd.

Echografie vraagt veel oefening om deze betrouwbaar uit te voeren. Daarom is er in dit onderzoek voor gekozen om enkel de bepalingen van de CAVAL-index mee te nemen die uitgevoerd zijn door bedreven intensivisten of door de IC practitioner i.o. profiel circulation, onder supervisie van een bekwaam intensivist. Overige data wordt verzameld uit het PDMS van de IC van ziekenhuis Bernhoven waar geïnccludeerde patiënten zijn opgenomen.

Voor dit onderzoek hebben alleen ervaren intensivisten de metingen gedaan.

De te onderzoeken groep omvat beademde- en niet-beademde patiënten, opgenomen op de IC van ziekenhuis Bernhoven gedurende de periode 1 september tot 15 december 2021 en bij wie een vullingsstatus vraag aanwezig is. Het onderzoek is voorgelegd aan het Researchbureau van ziekenhuis Bernhoven, waarbij er kennis is genomen van de inhoud en het onderzoek als niet-WMO plichtig is geaccepteerd. Een informed consent van de onderzoekspopulatie is niet vereist, omdat de verzamelde data standaard wordt gegenereerd vanuit het PDMS en anoniem wordt verwerkt. Het protocol is gebaseerd op bewezen reguliere behandelopties en (inter)nationale standaarden. Er is geen sprake van experimentele behandelingen of extra (invasieve) diagnostiek tijdens uitvoering van dit onderzoek. Er worden geen handelingen opgelegd aan deelnemers van dit onderzoek. De handeling is standard care.

Het protocol voor dit onderzoek is vastgesteld na intern overleg met de vakgroep intensivisten van ziekenhuis Bernhoven. Het bevat de volgende onderdelen;

Methode; CAVAL index meting m.b.v. echografie

Max diameter- Min diameter

Formule; $CI = \frac{\text{Max diameter} - \text{Min diameter}}{\text{Maximum diameter}} \times 100\%$

Workflow;

- 0% - 50%; betekent goede vulling status, geen vocht toedienen mits intensivist anders bepaald.
- >50%; betekent ondervulling, advies 250ml Ringerlactaat toedienen in 15 minuten.

Onderzoekspopulatie

Aan dit onderzoek nemen alle instabiel op de IC opgenomen patiënten deel, die voldoen aan de gestelde in- en exclusiecriteria en bij wie een volumestatus vraag wordt gesteld door de dienstdoende intensivist. De patiënten kunnen wel of niet beademd zijn. Tevens dienen ze echogeeniek te zijn voor het correct kunnen interpreteren van de verkregen data.

Inclusie -& exclusiecriteria

Inclusie;

Alle patiënten van ziekenhuis Bernhoven die opgenomen zijn op de Intensive Care in de periode 1 september tot 15 december 2021. Zij dienen tijdens hun behandeling te beschikken over:

- Arterielijn;
- Vena Jugularis lijn (optioneel);
- Anderszins veneuze toegangsweg;
- Catheter à demeure;
- Wel of niet aangesloten aan de beademing;

Exclusie;

Patiënten bij wie sprake is van:

- Ritmestoornissen zoals AF;
- Post reanimatie;
- Overgewicht waardoor geen vena cava in beeld te brengen is via een echografie;

- Klassieke buik OK;
- Zwangerschap;
- Anderszins verhoogde intra abdominale druk.
- Cardiaal falen (echo cor) waarbij LVEF of RVEF is verslechterd
- COPD

Dataverzameling

Patiëntengegevens zijn verzameld door de onderzoeker, een medebehandelaar van de betreffende patiënten, uit het PDMS van de IC van ziekenhuis Bernhoven. Deze gegevens zijn opgeslagen in een Excel-bestand wat alleen toegankelijk is voor de onderzoeker. De gegevens komen vanuit de beveiligde ziekenhuisserver door middel van inloggen in de citrixomgeving met behulp van een wachtwoord. Na het verzamelen van de benodigde gegevens zijn alle tot een patiënt herleidbare gegevens verwijderd en is verder gewerkt met een volledig geanonimiseerd bestand.

De data bestaat uit een overzicht van in eerste instantie metingen van de CAVAl-index bij geselecteerde IC patiënten. Daarnaast is parametrie verzameld zoals hartfrequentie, bloeddruk (MAP), urineproductie, centrale temperatuur, PiCCO waarden (indien aanwezig) en CVD. Verder zijn laboratoriumbepalingen van lactaat en SCVO₂ opgenomen en aanvullende gegevens zoals geslacht, leeftijd, lengte, gewicht en ziektebeeld van de patiënt. Tijdens de vergelijking van de data wordt de vloeistofresponsiviteit bepaald van in eerste instantie de CAVAl index data. Daarnaast wordt deze vergeleken met bekende parameters waaruit een eventuele correlatie kan worden vastgesteld.

Op het moment dat door de intensivist de diameter van de vena cava inferior is gemeten, is uit het PDMS de hartfrequentie, bloeddruk (systole, diastole en MAP) en temperatuur te herleiden. De hartfrequentie, bloeddruk en temperatuur van de patiënten worden elke vijf minuten automatisch geregistreerd in het PDMS waarna de waarden worden gevalideerd door dienstdoende verpleegkundige. Urineproductie, beademingsinstellingen en laboratoriumbepalingen worden eveneens uit het PDMS geëxtraheerd.

Is er sprake van geavanceerde metingen zoals de PiCCO dan is deze data ook uit het PDMS te verkrijgen. Bij de patiënten bij wie hiervan sprake was, werd ook deze data geïnventariseerd door de onderzoeker.

De PiCCO metingen zijn echter na de vocht suppletie van de patiënt gedaan en daarom niet meegenomen in de analyse van dit onderzoek.

De intensivist bepaalt uiteindelijk of er wel of niet gevuld dient te worden. Dit doet hij/zij naar aanleiding van in eerste instantie het CAVAl-index protocol. Echter, indien de CAVAl index geen vocht toediening impliceert en de intensivist besluit wel vocht te suppleren, zal hij dit doen naar aanleiding van andere parametrie dan wel zijn/ haar klinische interpretatie van de patiënt of andere cardiologische echo bevindingen.

De onderstaande parameters met beschreven criteria kunnen aanleiding geven tot het besluit van vochttoediening:

- Hartfrequentie stijging ≥ 100 slagen/minuut gerelateerd aan:
- Bloeddruk (MAP) onder een waarde van ≤ 65 mmHg en/of;
- Urineproductie daling van $\leq 0,5$ ml/kg/uur;
- Lactaat (normaalwaarde 0,5 – 2.2 mmol/L);
- Koude extremiteiten, marmering.

De vochttoediening van 250ml vindt conform het protocol in 15 minuten plaats.

Direct na de vochttoediening wordt wederom de CAVAl-index bepaald van de VCI en wordt hierboven genoemde data verzameld en laboratoriummateriaal afgenomen waarna de waarden bepaald worden.

De index wordt bepaald door dezelfde intensivist en de data wordt genoteerd in het patiëntendossier plus beeldmateriaal wordt ook daarin opgeslagen. Vervolgens is deze data geïnventariseerd en verwerkt in dit artikel.

Resultaten

Na preselectie vanuit het PDMS en opname op de IC en na het toepassen van de in- en exclusie criteria zijn vijftien patiënten geïnccludeerd, van wie zes volume-gecontroleerd beademd werden, drie werden er pressure-support beademd en één kreeg zuurstof via High Flow Nasal Oxygen (HFNO). De overige vijf patiënten ademden zelfstandig. De patiëntengroep bestond uit vijf vrouwen en tien mannen, met een gemiddelde leeftijd van 68.6 jaar. De gemiddelde BMI was 27.8. Vier patiënten waren opgenomen op de IC vanwege COVID-gerelateerde klachten, zes patiënten werden pneumonie-gerelateerd opgenomen, bij één was er sprake van een urosepsis, één vanwege een inhalatietrauma, twee vanwege respiratoire insufficiëntie en één vanwege een cardiale oorzaak.

Van voorgenoemde patiënten kregen er negen vochtsuppletie, van wie drie volgens de criteria van het CAVAl-index protocol. In tabel 1 is een overzicht weergegeven van de geïnccludeerde patiënten en de uitgevoerde metingen ten tijde van hun opname.

Bij drie patiënten is de PiCCO ingebracht en zijn de genoemde waarden bepaald. Deze metingen geven onder andere een waarde van de vullingsstatus van de patiënt.

De tabel laat tevens zien, wanneer het vergeleken wordt met een parameter die ook responsiviteit laat zien, waar dat ook bij de CAVAL index van toepassing is. Bovenstaande gaat op voor de bloeddruk waar 33% van de patiënten net zoals de CAVAL index een positieve respons laten zien op de toediening van de vochtbolus. Ditzelfde geldt bij de hartslag voor 22% van de patiënten, voor urineproductie bij 0% en bij de lactaat bepaling ook voor 11%, uitgaande van de norm. Een voorzichtige uitspraak kan dan voor deze populatie zijn dat naast de CAVAL-index die een voorspeller is van de vloeistofresponsiviteit, de bloeddruk ook een indicatie kan geven.

CAVAL-index voor	CAVAL index na	VC beademd	PS beademd	Sp ademend	Vulling ≥50%	Vulling ≥35%	Vulling	Beademing
36	*			*	Nee	Ja	Nee	N
44	40			*	Nee	Ja	Ja	N
35	37		*		Nee	Ja	Ja	PS+ peep8
48	*			*	Nee	Ja	Nee	N
12	15	*			Nee	Nee	Ja	VC+peep10
25	*			*	Nee	Nee	Nee	N
53	12	*			Ja	Ja	Ja	VC+peep12
25	16	*			Nee	Nee	Ja	VC+peep12
74	35		*		Ja	Ja	Ja	PS+ peep12
35	*			*	Nee	Ja	Nee	Optiflow
11	*	*			Nee	Nee	Nee	VC+ peep14
76	*			*	Ja	Ja	Nee	N
75	45	*			Ja	Ja	Ja	VC+ peep10
15	17		*		Nee	Nee	Ja	PS+ peep8
35	37	*			Nee	Ja	Ja	VC+ Peep14
					33%	33%	33%	
Legenda:	gevuld		responsief					

Tabel 3; weergave van responsiviteit nav CAVAL index versus beademingsvormen. En daarnaast nav afkapwaarde CAVAL-index 50% versus afkapwaarde 35%.

In bovenstaande tabel is de CAVAL-index uitgezet met spontaan ademende patiënten, support beademde patiënten en controlled beademde patiënten. Naast elkaar is gezet de resultaten bij een afkapwaarde van 50% zoals het protocol voorschrijft maar ook bij een afkapwaarde van 35%.

Op basis van de CAVAL index met 50% afkapwaarde zouden 4 patiënten gevuld dienen te worden. Van deze patiënten die gevuld werden is 1/4= 25% niet beademd en later ook niet gevuld! Is 1/4= 25% support beademd en 100% responsief. Is 2/4=50% controlled beademd en 100% responsief. Kijken we naar de afkap waarde van 35% dan zouden er op basis van de CAVAL index 10 gevuld dienen te worden. Van deze patiënten werd 5/10= 50% niet beademd en later ook 4 niet gevuld en 1 wel gevuld maar niet responsief! 2/10= 20% is support beademd en deze werden ook daadwerkelijk gevuld en waarvan 50% responsief, 3/10=30% is controlled beademd en deze werden ook daadwerkelijk gevuld en waarvan 100% responsief. Op basis van deze vergelijking wordt de literatuur bevestigd dat bij een CAVAL index het meest waarschijnlijk, valide gevuld kan worden indien de patiënt controlled beademd wordt.

Beademing	CAVAL-index voor	RR voor	HF voor	UP	Lactaat voor	Aantal factoren positief	Vulling
N	-	-	-	+	-	1	Nee
N	-	+	+	+	-	3	Ja
PS+ peep8	-	-	-	-	-	0	Ja
N	-	-	+	+	-	2	Nee
VC+peep10	-	+	+	+	-	3	Ja
N	-	-	-	-	-	0	Nee
VC+peep12	+	-	+	+	+	4	Ja
VC+peep12	-	+	-	-	-	1	Ja
PS+ peep12	+	-	+	-	-	2	Ja
Optiflow	-	-	+	-	-	1	Nee
VC+ peep14	-	-	-	+	-	1	Nee
N	+	-	+	-	+	3	Nee
VC+ peep10	+	-	-	-	-	1	Ja
PS+ peep8	-	-	-	+	-	1	Ja
VC+ Peep14	-	+	+	+	-	3	Ja

Tabel 4; indicatie voor vulling uitgezet per parameter (+)

In bovenstaande tabel is uitgezet wat de vullingsindicatie zou zijn per parameter. Dit is afgezet tegen het uiteindelijke vullingsbeleid. En ook is in deze tabel de beademingsvoorwaarde neergezet.

Een aantal dingen vallen op; een keer is er geen enkele indicatieve parameter en is er toch gevuld. Diverse keren is er maar een indicator waardoor het lijkt of er nog "iets" anders is waardoor de intensivist een wel of niet vullingsbeleid volgt. Het meest waarschijnlijke is dat er enkele parameters naast elkaar voor een afgestemd beleid zorgen. Ook kun je uit deze tabel aflezen dat er geen uniformiteit bestaat.

Conclusie en discussie

In dit onderzoek stelden we onszelf de vraag of de CAVAL-index de volumestatus van een instabiele IC-patiënt valide kan bepalen en of deze index voorspellend zou zijn voor de mate van vloeistofresponsiviteit na het geïndiceerd toedienen van een vochtbolus. Daarbij werd gezocht naar een verband tussen de CAVAL-index meting en overige gebruikte parameters, zoals hartfrequentie (HF), mean arterial pressure (MAP), urineproductie, lactaat of SCVO₂. Vloeistofmanagement is cruciaal bij de behandeling van ernstig zieke patiënten, met name voor patiënten met acuut falen van de bloedsomloop. Literatuuronderzoek laat zien dat ofwel hypovolemie ofwel vochtoverbelasting kan leiden tot slechte klinische resultaten.

Beschreven wordt dat de foutieve vloeistoftherapie kan leiden tot; langdurige mechanische ventilatie, hogere mortaliteit, verslechtering van de nierfunctie en verminderde oxygenatie (10).

Veel onderzoekers hebben reeds betrouwbare technieken of laboratoriumonderzoeken vergeleken om de respons op vloeistof bij critical ill patiënten te voorspellen. Zoals o.a. bloeddruk, PVV, SVV, PiCCO, CVD, Lactaat, SCVO₂ etcetera. Het doel van vloeistoftherapie is met name de weefselperfusie te behouden en interstitieel oedeem te voorkomen. Het Frank-Starling-principe stelt dat, in een normale situatie, hoe groter het bloedvolume dat het hart binnenkomt tijdens de diastole, des te groter het bloedvolume is dat wordt uitgestoten tijdens de systole.

Het hierboven beschreven fenomeen heet vloeistofresponsiviteit en is vaak een betrouwbare parameters gebleken bij de beslissing of extra vloeistof wel veilig kan worden gegeven.

Bias ligt op de loer. Er is sprake van bias wanneer externe factoren een negatieve invloed hebben op de uitkomsten van een onderzoek. Het gevolg hiervan is dat de uitkomsten geen goede afspiegeling zijn van de werkelijkheid en daarmee hun nut en meerwaarde verliezen.

Hieronder zijn enkele vormen van bias op een rijtje gezet die kunnen optreden bij het uitvoeren van dit onderzoek. Er is sprake van selectie bias wanneer de getrokken steekproef geen goede afspiegeling vormt van de populatie die centraal staat in het onderzoek. In dit onderzoek staat de patiënt in shock centraal echter is niet elke geïncludeerde patiënt een shock patiënt. En had achteraf dus niet geïncludeerd moeten worden.

Bias op basis van extreme data gebeurt gewoon en kan ook eenvoudig worden verholpen. Het treedt op wanneer binnen een set van resultaten ineens een paar extreme resultaten voorkomen. Zie ook dit onderzoek op het punt waar toch gevuld is waar parameters dit niet adviseerden. Bij het analyseren van de data, bevestiging (conformation) bias, zoekt de onderzoeker vervolgens enkel en alleen naar cijfers die de aannames bevestigen en dat zorgt natuurlijk voor uitkomsten en conclusies die de waarheid geweld aan doen.

Het zou kunnen dat in dit artikel deelnemers iets in het onderzoek onjuist interpreteren. En dus kan er dan sprake zijn van interpretatie bias.

Gezien het beperkte volume (15 metingen/ patiënten) van dit onderzoek, moet dit onderzoek gezien worden als een pilot. De resultaten zijn niet voldoende valide op basis van deze kleine aantallen, om conclusies voor de praktijk uit te kunnen opmaken.

De CAVAL-index is bij veel patiënten niet leidend geweest in het maken van de keuze of er gevuld dient te worden of niet. Bij de patiënten die volgens de CAVAL-index gevuld moesten worden, is bij 25% (1 van de 4 patiënten) de keuze gemaakt niet te vullen omdat andere parameters zoals bloeddruk, hartslag en urine productie ruim boven de gestelde norm lagen. Bij de patiënten die niet gevuld moesten worden op basis van de CAVAL-index is bij 54,5% (6 van de 11 patiënten) de keuze gemaakt om toch te vullen. Deze keuze werd door de intensivist gemaakt omdat de kliniek, bloeddruk, hartslag of urineproductie hier aanleiding toe gaven. Opmerkelijk is dat deze patiënten over het algemeen wel een CAVAL-index lieten zien van $\geq 35\%$. Voor 50% van de patiënten die toch gevuld werden was dit het geval. Uit de literatuur is gebleken dat de CAVAL-index bij ongeveer 50% van de patiënten betrouwbaar gebruikt kan worden bij VC-beademde patiënten. De data in deze studie laat vergelijkbare cijfers zien. In 50% van de patiënten is de CAVAL-index bij VC-beademde patiënten niet gevolgd.

In dit onderzoek is aangetoond dat de CAVAL-index niet bepalend is geweest in de keuzes die gemaakt zijn om een patiënt wel of niet te vullen. De CAVAL-index lijkt ook niet voorspellend te zijn in de vloeistofresponsiviteit van de patiënt. Verder wordt er geen verband gezien tussen de CAVAL-index en de overige parameters.

Aanbevelingen

Voor het valide gebruik van de CAVAL-index in de klinische praktijk is grootschalig onderzoek nodig.

Het is belangrijk om voldoende patiënten te kunnen includeren om een betrouwbare conclusie te kunnen trekken. In dit onderzoek zijn gegevens en data verzameld van 15 patiënten. Dit is in principe voldoende om een pilot te starten, maar vervolgens zal er groter onderzoek gedaan moeten worden om valide 'meer harde uitspraken' te kunnen doen. De heterogeniteit van het onderzoek dient zo beperkt mogelijk gehouden te worden. Mijn aanbeveling zou zijn om minder intensivisten het onderzoek te laten doen. De werkwijze van het onderzoek uitgebreider te beschrijven, dat wil zeggen gedetailleerder beschrijving hoe en waar de meting te doen. De groep onderzoekers vooraf goed te trainen in het uitvoeren van de meting en ze een proeve van bekwaamheid uitlaten voeren. Verkregen data uniform verwerken in de patiënten status inclusief beeldmateriaal waarop de meting is vastgelegd.

Aanbeveling; richt het onderzoek op een homogene groep patiënten, voorbeeld; alleen beademde patiëntengroep. Patiëntengroep voldoet aan de criteria van een shock. Dat wil zeggen; Tachycardie (hartfrequentie > 100/min), Tachypneu (ademhalingsfrequentie >20/min), Oligurie (diurese <0,5ml/kg/uur), verandert bewustzijn, koude acra, gemarmerde benen, verhoogd lactaat >2,2mmol/l.

Kortom een duidelijk protocol waarin staat vermeld hoe gemeten wordt. Wat vervolgens de actie daarop is. Indien hiervan afgeweken wordt wat is dan concreet de reden. Het protocol dient mono interpreteerbaar voor de lezer te zijn. Zie in de bijlage een concept protocol wat tijdens het onderzoek gebruikt is. Dit protocol kan als onderlegger gebruikt worden voor een nieuw te ontwikkelen protocol.

Laatste aanbeveling: dit onderzoek laat zien dat de CAVAL index een bruikbare parameter kan zijn naast andere bepalende parameters waarbij de keuze gemaakt wordt om vocht te suppleren. De intensivist zal dit per individuele patiënt moeten afwegen.

Gebruik niet de CAVAL index alleen om deze keuze te bepalen.

Tot slot wil ik graag de collega's van Bernhoven bedanken die het voor mij mogelijk hebben gemaakt dit onderzoek uit te voeren, de intensivisten vakgroep van de intensive care. Een speciaal woord van dank voor mijn werkbegeleider Esther Ewalds en manager researchburo Bregje Raap. Zij hebben mij geweldig geholpen met de dataverwerking en het schrijven van dit artikel.

Literatuur

1. Theerawit P., Morasert TH., Sutherasan Y.; 2016; Inferior vena cava diameter variation compared with pulse pressure variation as predictors of fluid responsiveness in patients with sepsis; *Journal Critical Care.*; 36:246-251; doi: 10.1016/j.jcrc.2016.07.023
2. Piccioni F., Bernasconi F., Tramontano G.T.A., Langer M.; 2017; A systematic review of pulse pressure variation and stroke volume variation to predict fluid responsiveness during cardiac and thoracic surgery; *Journal Clinical Monitoring Computing*; 31(4):677-684; DOI:10.1007/s10877-016-9898-5
3. Si X., Xu H., Liu Z., Wu J., Cao D., Chen J., Chen M., Liu Y., Guan X.; 2018; Does Respiratory Variation in Inferior Vena Cava Diameter Predict Fluid Responsiveness in Mechanically Ventilated Patients?; *Anesthesia Analgesia*; 127(5):1157-1164; doi: 10.1213/ANE.0000000000003459
4. Zhang Zh., Xu X., Ye Sh., Xu L.; 2014; Ultrasonographic measurement of the respiratory variation in the inferior vena cava diameter is predictive of fluid responsiveness in critically ill patients: systematic review and meta-analysis; *Ultrasound Medicine Biology*; 40(5):845-53; DOI:10.1016/j.ultrasmedbio.2013.12.010
5. Orso D., Paoli I., Piani T., L Cilenti Fr. L., Cristiani L., Guglielmo N.; 2020; Accuracy of Ultrasonographic Measurements of Inferior Vena Cava to Determine Fluid Responsiveness: A Systematic Review and Meta-Analysis; *Journal Intensive Care Medicine*; 35(4):354-363; doi: 10.1177/0885066617752308.
6. Haijun H., Qinkang Sh., Yafen L., Hua X., Yixin F.; 2018; Value of variation index of inferior vena cava diameter in predicting fluid responsiveness in patients with circulatory shock receiving mechanical ventilation: a systematic review and meta-analysis; *Critical Care*; 21;22(1):204; doi: 10.1186/s13054-018-2063-4.
7. Preau S., Bortolotti P., Colling D., Dewavrin F., Colas V., Voisin B., Onimus T., Drumez E., Durocher A., Redheuil A., Saulnier F.; 2017; Diagnostic Accuracy of the Inferior Collapsibility to Predict Fluid Responsiveness in Spontaneously Breathing Patients With Sepsis and Acute Circulatory Failure. *Critical Care Medicine*; 45(3):e290-e297;doi: 10.1097/CCM.0000000000002090.
8. Molokoane-Mokgoro K., Goldstein L.N., Wells M.; 2018; Ultrasound evaluation of the respiratory changes of the inferior vena cava and axillary vein diameter at rest and during positive pressure ventilation in spontaneously breathing healthy volunteers; *Emergency Medicine Journal*; 35(5):297-302; doi: 10.1136/emered-2016-205944
9. Boyd J.H. Forbes J. Nakada T.A. Walley K.R. Russell J.A.; 2011; Fluid resuscitation in septic shock: A positive fluid balance and elevated central venous pressure are associated with increased mortality; *Critical Care Medicine*; 39: 259-265
10. Alsous F. Khamiees M. DeGirolamo A. Amoateng-Adjepong Y. Manthous C.A.;2000; Negative fluid balance predicts survival in patients with septic shock: A retrospective pilot study; *Chest.* 2000; 117: 1749-1754
11. Au S.M., Vieillard-Baron A.;2011; Bedside echocardiography in critically ill patients: A true hemodynamic monitoring tool; *Current Cardiological Review*; 7: 197-200
12. Barbier C., Loubières Y., Schmit C., Hayon J., Ricôme J.L., Jardin F., Vieillard-Baron A.; 2004; Respiratory changes in inferior vena cava diameter are helpful in predicting fluid responsiveness in ventilated septic patients; *Intensive Care Medicine.* 30: 1740-1746
13. Dipti A., Soucy Z., Surana A., Chandra S; Role of inferior vena cava diameter in assessment of volume status: A meta-analysis; *American Journal of Emergency Medicine*; 30: 1414-1419.e1
14. Chang Z., Lu B., Sheng X., Jin N; 2011; Accuracy of stroke volume variation in predicting fluid responsiveness: A systematic review and meta-analysis; *Journal of Anesthetics*; 25: 904-916
15. de Valk S., Olgers T.J., Holman M., Ismael F., Ligtenberg J.J.M., Ter Maaten J.C.; 2014; The caval index: an adequate non-invasive ultrasound parameter to predict fluid responsiveness in the emergency department; observational study; *BMC Anesthesiology*; 1186/1471-2253-14-114
16. Long E., Oakley E., Duke Tr., E Babl Fr. E.; 2017; Does Respiratory Variation in Inferior Vena Cava Diameter Predict Fluid Responsiveness: A Systematic Review and Meta-Analysis; *Shock*;47(5):550-559; doi: 10.1097/SHK.0000000000000801

Bijlage 1

Rol Intensive Care Practitioner stuurprofiel Circulatie

Samen met een collega renal practitioner i.o is binnen ziekenhuis Bernhoven gestart met 'nieuw leven in de rol van practitioner' te blazen. Vanuit het verleden zijn er twee ventilation practitioners opgeleid. Echter kregen zij geen voet aan de grond om voor de rol van Intensive Care (IC) Practitioner een plaats te creëren binnen de intensive care van ziekenhuis Bernhoven.

Nu is er binnen het rooster maandelijks ruimte gecreëerd om vorm te geven aan de rol van de IC Practitioner binnen de intensive care. Belangrijk is het daarbij een toekomstvisie en de doelen voor het komende jaar op te stellen. In het verleden bestonden de werkzaamheden van de toenmalige IC Practitioners uit het geven van scholingen aan IC verpleegkundigen. Om te beginnen, en een basis van werkzaamheden te vormen, is afgestemd dat de huidige IC Practitioners i.o. van daaruit vertrekken. Op dit moment worden de scholingsmomenten georganiseerd door een scholingscommissie en hebben we als IC Practitioners vorm en inhoud gegeven aan diverse lessen. Omdat we straks na diplomering beschikken over de stuurprofielen ventilation, renal en circulation op onze afdeling, hebben we een brede basis om collega's vanuit deze verschillende expertises op te leiden. Daarnaast kunnen we ook aanspreekpunt zijn voor verpleegkundigen, cursisten en stagiaires vanuit andere afdelingen. Een andere rol waarin de IC Practitioner een taak kan hebben is bij de implementatie, instructie en vaardigheidstraining van nieuwe apparatuur op de Intensive Care, in mijn geval specifiek op het gebied van de circulatie. Tot het takenpakket zou verder dienen te horen het opstellen en het up-to-date houden van de verschillende protocollen met betrekking tot de circulatie. Daarbij is het zoeken naar evidence based practice (EBP) een van de uitgangspunten.

Een helder en duidelijk functieprofiel ontbreekt nog op de afdeling. Wij, toekomstig IC Practitioners, willen er dan ook naartoe werken om dit samen met de eerder opgeleide IC Practitioner op te stellen om het daarna af te stemmen met de afdelingsleiding en intensivisten.

Een toekomstwens is dat IC Practitioners sparren met de intensivisten en cardiologen over, onder andere te volgen stroomdiagrammen, protocollen, materialen, apparatuur en richtlijnen waardoor het medische en verpleegkundigedomein beter op elkaar wordt afgestemd. Hierdoor kan de IC verpleegkundige meedenken en zijn of haar visie geven over het te volgen beleid bij een patiënt.

Mijn missie hierin is door onderwijs, instructie, onderzoek en innovatie de IC verpleegkundige te motiveren en te adviseren. Verder stel ik mijzelf als doel om de kennis van mijn collega's en de kwaliteit van zorg op de Intensive Care te optimaliseren. Het biedt voldoende potentieel om door een proactieve houding de IC verpleegkundige te stimuleren tot klinische redeneren en tot verdieping in zijn of haar vakgebied.

Mijn visie; de functie van Intensive Care Practitioner, uitstroomprofiel Circulatie, vorm te geven op de Intensive Care van ziekenhuis Bernhoven. Daarmee ten alle tijden de beste kwaliteit van zorg nastreven. Mijn visie sluit dan aan bij mijn missie en het nog op te stellen plan voor de toekomst. Verder is het noodzakelijk dat wij als IC Practitioners gaan samenwerken om een sterke positie op de Intensive Care te verwerven. Regulier overleg tussen de IC Practitioners, afdelingsmanager en intensivisten moet gaan plaatsvinden. Voorstel; minimaal 4 keer per jaar. Op deze momenten kan de IC Practitioner zijn of haar missie en visie uitspreken en de functieomschrijving vaststellen en zonodig bijstellen.

Omschrijving taken van de Intensive Care Practitioner, uitstroomprofiel circulatie:

- ✓ De Intensive Care Practitioner neemt verantwoordelijkheid voor de kwaliteit en continuïteit ten aanzien van de uitvoering van het zorgproces van de patiënt met circulatie/ hemodynamische problematiek. Daarbij optimaliseert hij het kennisniveau van de collega's. Deze deskundigheidsbevordering krijgt zijn vorm door het bespreken van casuïstieken binnen de wekelijkse scholingsmomenten, door het opzetten van klinische lessen en tijdens de scholingsdagen binnen de Intensive Care van Bernhoven.
- ✓ De doelstelling van de scholingen streeft optimalisatie na van de kennis van de verpleegkundige op het gebied van anatomie en fysiologie, medicatiegebruik en onderzoek mogelijkheden op de IC (denk aan PiCCO, echografie e.d.) en de verschillende vormen van shock. Dit krijgt vorm in goed overleg met afdelingsleiding, IC commissies en intensivisten.
- ✓ Motivatie en interesse is voor mij als IC Practitioner belangrijk om kennis te verbeteren en onderhouden. Het delen hiervan met de collega's op de werkvloer, frequent te evalueren en het behandelplan te verbeteren en bij te stellen, zal de kennis ten aanzien van circulaire zorg naar een hoger niveau brengen. Het samenwerkende team van IC Practitioners, IC verpleegkundigen, intensivisten en andere disciplines verbonden met de teammanagers en andere zorgafdelingen binnen Bernhoven blijft betrokken en onderhoudt contact met elkaar.
- ✓ Het initiatief komt van de IC Practitioner met als doel zichzelf als persoon, maar ook de Intensive Care naar een steeds hoger niveau te tillen. Met behulp van zijn netwerk blijft de IC Practitioner op de hoogte van de nieuwste ontwikkelingen, onderzoeken en behandelingsstrategieën. Door het lezen van vakliteratuur, het

bijwonen van symposia en practitionerbijeenkomsten realiseert hij dit. Verder participeert de IC Practitioner in IC Practitioners Nederland. Expertise wordt op deze manier gedeeld en problemen kunnen in het netwerk aan elkaar worden voorgelegd.

- ✓ De IC Practitioner stelt zich laagdrempelig op voor zowel de eigen afdeling als ook voor andere afdelingen binnen Bernhoven op het gebied van circulatie en participeert zo nodig in 'dedicated' werkgroepen
- ✓ Samen met de andere IC Practitioners wordt een visiedocument geschreven met daarin het functieprofiel van de IC Practitioner, met daarin zeker zijn taak en rol verwerkt voor nu en in de toekomst.

Pakket van taken Intensive Care Practitioner stuurprofiel Circulation:

- In het dienstrooster krijgt de Intensive Care Practitioner twee dagen per maand als werkgroepdag ingeroosterd.
- Uitvoering van werkzaamheden naast reguliere taken als IC verpleegkundige.
- De IC Practitioner met uitstroomprofiel Circulatie, kan de circulatie/hemodynamische toestand van de patiënt en het behandelplan interpreteren, in samenhang met het ziektebeloop, en doet voorstellen ten aanzien van het behandelplan.
- De IC Practitioner met uitstroomprofiel Circulatie is in staat in te schatten wanneer geavanceerde hemodynamische bewaking ingezet dient te worden, kan deze toe te passen en te interpreteren en stelt aan de hand hiervan beleidsvoorstellen op .
- Indien speciale onderzoekstechnieken of apparatuur worden ingezet op het gebied van de circulatie kan de IC Practitioner deze in samenwerking met de intensivist instellen, interpreteren en zo nodig onder supervisie toepassen.
- Ten aanzien van apparatuur en materialen betreffende de circulatie/ hemodynamiek is de IC Practitioner met uitstroomprofiel Circulatie betrokken bij de implementatie. Zijn taak betreft verder de totstandkoming van protocollen en scholing/ werkinstructies. Dit voert hij uit in afstemming met reeds aanwezige commissies zoals de materialen- en scholingscommissie. De IC Practitioner is tevens key-user van diagnostische apparatuur met betrekking tot de circulatie/ hemodynamiek.
- De ontwikkeling van de 'junior' IC Practitioner is in eerste instantie gericht op materiaal, middelen, scholing, kwaliteit van zorg en zijn eigen expertise. In de toekomst participeert de IC Practitioner met uitstroomprofiel Circulatie binnen projecten of onderzoeken gerelateerd aan de circulatie als projectleider of anderszins.

Bijlage 2

Protocol CAVAL index bepaling

Documentgroep

IC/CC

Definitie

Het meten van de collaps diameter van de vena cava inferior door middel van subcostale echografie.

Doel

- Caval index bepaling door middel van echografie
- Vloeistofresponsiviteit bepalen

Indicaties

- een instabiele of dreigend instabiele circulatie tgv shock
- hypovolemie
- hypotensie, oligurie

Contra-indicaties

- recente abdominale operatie
- anafylactische reacties
- ritmestoornissen zoals AF
- post reanimatie
- patiënt met overgewicht waarbij geen vena cava inferior in beeld te brengen is
- anderszins verhoogde intra abdominale druk patiënten

Bevoegd

Het maken van een echografische opname is voorbehouden aan intensivisten, cardiologen en vaatlaboranten eventueel IC Practitioner profiel Circulation.

Benodigdheden

- Ultrasoon gel
- Echo apparaat
- Perifeer of centraal veneus infuus
- 250ml Ringer Lactaat
- Infuuspomp met vermogen om bolus vocht toe te dienen in 15 min
- Arteriële lijn

Werkwijze

- Bepaal aan de hand van minimaal 3 shock verschijnselen of patiënt geïndiceerd is?
 - Tachycardie (hartfrequentie >110/min)
 - Tachypneu (ademhalingsfrequentie >20/min)
 - Oligurie (diurese <0,5ml/kgluur)
 - Veranderd bewustzijn
 - Koude ledematen
 - Metabole Acidose
- Breng gebruikelijke hemodynamische parameters in beeld zoals:
 - Hartritme
 - Hartfrequentie
 - Bloeddruk
 - Temperatuur
 - Ademhalingsfrequentie
 - Perifere saturatie

- Urine productie
- EMV
- LABORATORIUM neem voor en na de vochttoeslag bloedgas POCT en liefst CV bloedgas POCT af!
- Meet vooraf aan toediening vochtbolus, door middel van subcostale echografie de diameter van de vena cava inferior tijdens de inademing en de uitademing.
- Bereken de CAVAL INDEX (CI)

CAVAL INDEX (CI)

$$CI = \frac{\text{Maximum diameter} - \text{Minimal diameter}}{\text{Maximal diameter}} \times 100 (\%)$$

- Bepaal aan de hand van het volgende schema hoeveel vochttoeslag er moet worden toegediend
- Dien de vochtbolus; 250ml Ringer lactaat via het perifere dan wel centraal veneuze toedieningsweg in maximaal 15 minuten toe.
- Meet direct daarna weer door middel van subcostale echografie de diameter van de vena cava inferior tijdens de inademing en de uitademing.
- Bereken opnieuw de CAVAL INDEX
- Noteer de waarden in de rapportage van het PDMS
- Herhaal deze stappen bij een afname van de CAVAL INDEX volgens het schema.

Maximale Diameter VCI	CAVAL INDEX	Vocht toediening
<1.5cm	>50%	250ml RL In 15 min
1.5-2.5cm	50%	GEEN suppletie
>2.5cm	<50%	GEEN suppletie

Aandachtspunten

- Zorg voor een goed lopend infuus
- Echografist moet beschikken over de vereiste vaardigheden
- Vergeet niet laboratorium bepalingen uit te voeren

Complicaties en interventies

- Ongewenste effecten vochtbolus toediening; denk aan acuut respiratoir insufficiënt tgv overvulling
- Respiratoire insufficiëntie eci
- Reanimatie setting