

# Het effect van tijdelijke mechanische ondersteuning van de circulatie op de zuurstofbalans bij patiënten met cardiogene shock: 'Bring Back The Balance'

Dennis Bakker, IC-Verpleegkundige, Circulation Practitioner i.o.  
ICV / Hartbewaking, Erasmus MC, Rotterdam

## **Abstract**

**Doelstelling:** De veneuze zuurstofsaturatie is een maat om te bepalen of er sprake is van een adequate circulatie bij patiënten met cardiogene shock. Deze parameter geeft de balans weer tussen zuurstofaanbod en zuurstofverbruik. Het doel van dit onderzoek is om inzichtelijk te krijgen of tijdelijke mechanische ondersteuning van de circulatie (*Short-Term Mechanical Circulatory Support (ST-MCS)*) met behulp van Intra-Aortale Ballonpomp (IABP) en / of *Veno-Arterial Extra Corporeal Life Support (VA-ECLS)* een positief effect heeft op de zuurstofbalans bij patiënten in cardiogene shock, waarbij medicamenteuze therapie ontoereikend is.

**Hypothese:** Ik veronderstel dat de zuurstofbalans bij patiënten in cardiogene shock zal verbeteren, wanneer ST-MCS gestart wordt indien de patiënt onvoldoende reageert op medicamenteuze therapie.

**Methode:** Observationeel, mono-centered onderzoek. Deels retrospectief en deels prospectief uitgevoerd. Retrospectief werd er gebruik gemaakt van de ECLS en IABP databases van het Erasmus MC over de periode 02-2012 t/m 01-2018. Prospectief werden alle patiënten die IABP en / of VA-ECLS ondersteuning kregen geïnccludeerd van 02-2018 t/m 07-2018. De geïnccludeerde patiënten zijn op de ICCU van het Erasmus MC opgenomen wegens cardiogene shock en kregen ST-MCS middels IABP en/ of VA-ECLS. De veneuze zuurstofsaturatie (SvO<sub>2</sub>) en het serum lactaat zijn gemeten vóór start van ST-MCS (T0), 3 uur na start van ST-MCS (T1) en 6 uur na start van ST-MCS (T2).

**Resultaten:** De mediane leeftijd was 51 jaar (interkwartielbereik [IQR] 41-59) en 76% waren mannen. 21 patiënten kregen ondersteuning middels IABP, waarvan er 2 later converteerden naar VA-ECLS. 16 patiënten werden ondersteund middels VA-ECLS. De mediane SvO<sub>2</sub> steeg zowel bij IABP (0.42 [IQR 0.38-0.46] op T0 vs 0.54 [IQR 0.49-0.59] op T1, p<0.001) als bij VA-ECLS inzet (0.56 [IQR 0.36-0.66] op T0 vs 0.72 [IQR 0.62-0.82] op T1, p=0.002). Mediane serum lactaat daalde bij IABP inzet (2.6 [IQR 2-4.9] op T0 vs 1.9 [IQR 1.3-3.4] op T1, p=0.005) en daalde door op T2 (p=0.001). Bij inzet van VA-ECLS daalde het mediane serum lactaat aanvankelijk niet (3.2 [IQR 2.7-6.1] op T0 vs 3.7 [IQR 2.2-5.4] op T1, p=NS). Op T2 verbeterde het serum lactaat wel (2.7 [IQR 1.7-3.4], p=0.049). Er trad geen significante verandering op in de Mean Arterial Pressure (MAP) na start van zowel IABP als VA-ECLS.

**Conclusie:** Uit dit onderzoek is gebleken dat met de inzet van ST-MCS de zuurstofbalans bij patiënten met cardiogene shock significant verbeterd kan worden. Dit uit zich in een stijging van SvO<sub>2</sub> en daling van het serum lactaat. De MAP verandert niet significant en is dan ook geen goede parameter voor adequate circulatie. Ondanks de verbeterde zuurstofbalans blijft de 30 dagen mortaliteit 38% voor patiënten die met IABP ondersteund werden en 31% voor de patiënten met VA-ECLS ondersteuning.

## **Introductie**

Het Erasmus Medisch Centrum is een universitair ziekenhuis met level 3 Intensive Care Units (ICU). Er zijn 2 generieke IC Units, 1 Thorax Chirurgische IC Unit en 1 Intensive Cardiac Care Unit (ICCU). Op de ICCU worden patiënten opgenomen met primair cardiale problematiek, waaronder ook patiënten in cardiogene shock. Hartfalen is een

groeiend gezondheidsprobleem met een toenemende incidentie, deels als gevolg van de steeds ouder wordende samenleving.<sup>6</sup> Cardiogene shock is een toestand van verminderde cardiac output resulterend in levensbedreigende orgaan hypoperfusie en hypoxie, welke geassocieerd is met

significante mortaliteit (27% - 51%).<sup>3,8</sup> Weefsel hypoperfusie is een belangrijke factor in de pathofysiologie van multipel orgaanfalen (MOF).<sup>10</sup> Identificatie en behandeling van de onderliggende oorzaak staan voorop, om het zuurstofaanbod ( $DO_2$ ) te garanderen.<sup>4,5</sup> Factoren die de  $DO_2$  beïnvloeden zijn de cardiac output (CO), het hemoglobine gehalte (Hb) en de arteriële zuurstofsaturatie ( $SaO_2$ ). Dit is weergegeven in de volgende formule:

$$DO_2 = CO \times (SaO_2 \times Hb \times 1.34)$$

De zuurstofvraag ( $VO_2$ ) wordt beïnvloed door temperatuur, stress, agitatie, pijn en ademerarbeid. De  $SvO_2$  geeft dus de balans tussen  $DO_2$  en  $VO_2$ , de zuurstofbalans, weer.<sup>5</sup> Volgens het Fick principe kan de  $SvO_2$  beschreven worden volgens de volgende formule:

$$SvO_2 = [SaO_2] - [VO_2 / CO \times Hb \times 1.34]^5$$

Wanneer  $VO_2$  en  $DO_2$  niet in balans zijn, vindt er een grotere zuurstofextractie plaats in de perifere weefsels, weergegeven middels de zuurstofextractie ratio ( $ER O_2$ ), met  $SvO_2$  daling als gevolg<sup>4</sup>.

$$ER O_2 = [SaO_2 - SvO_2] / SaO_2$$

Indien de  $ScvO_2$  65% - 70% is, wordt er gesproken van een adequate circulatie<sup>1,5</sup>. Bij patiënten met een pre-existent verminderde cardiale functie wordt een streefwaarde van 60-65% geaccepteerd<sup>1</sup>. Een  $SvO_2$  waarde < 60% is geassocieerd met een slechte uitkomst bij patiënten met gedecompenseerd hartfalen.<sup>9</sup> In het circulatieprotocol van het Erasmus MC wordt op basis van de  $ScvO_2$  hoger of lager dan 70% onderscheid gemaakt tussen respectievelijk een distributief en een low-flow probleem, indien er tekenen zijn van weefsel hypoperfusie. Weefsel hypoperfusie wordt in dit protocol gedefinieerd als koude extremiteiten, oligurie en hyperlactatemie<sup>1</sup>.

Cardiogene shock is een low-flow probleem met als oorzaak primair cardiaal falen, waarbij de medicamenteuze therapie bestaat uit positief inotrope medicatie, vasopressie en diuretica. Indien deze therapie ontoereikend is

en er geen adequaat zuurstoftransport en weefseloxygenatie onderhouden kan worden, wordt in sommige gevallen gebruik gemaakt van ST-MCS als overbruggingstherapie<sup>6</sup>. Dit kan zijn 'bridge-to-recovery', 'bridge-to-transplant' of 'bridge-to-durable MCS' zoals *Left Ventricular Assist Device (LVAD)*<sup>3</sup>. Met ST-MCS wordt ondersteuning van enkele dagen tot weken bedoeld. Dit in tegenstelling tot long-term / durable devices, waarbij maanden tot jaren wordt bedoeld. Patiënten die in aanmerking komen voor ST-MCS hebben een groot risico op het ontwikkelen van MOF.<sup>10</sup> Het belangrijkste doel van ST-MCS is het ontlasten van het falende hart en het onderhouden van de cardiac output en orgaanperfusie<sup>6</sup>. Er zijn verschillende vormen van ST-MCS. Op de ICCU van het Erasmus MC werden gedurende dit onderzoek IABP en VA-ECLS ingezet.

IABP is in het algemeen de meest gebruikte vorm van ST-MCS.<sup>3,6</sup> Er is inflatie van de ballon gedurende de diastole en deflatie bij aanvang van de systole. Dit resulteert in afname van de myocardiale belasting, door afterload reductie, en verbeterde myocardiale zuurstofvoorziening, door toename van de coronaire perfusie druk.

In een observationele studie werd gezien dat patiënten die succesvol ontwend werden van IABP een goede  $SvO_2$  behielden in tegenstelling tot de patiënten die niet succesvol ontwend werden.<sup>9</sup>

VA-ECLS wordt steeds vaker ingezet bij cardiogene shock en heeft de voorkeur als ST-MCS wanneer er biventriculair hartfalen is en / of tevens slechte oxygenatie. Uit een rapport van de ELSO (Extracorporeal Life Support Organization) blijkt dat 55% van de patiënten overleeft tot decanulatie en 42% tot ziekenhuis ontslag.<sup>16</sup>

ST-MCS wordt steeds vaker ingezet bij patiënten met acuut hartfalen en refractaire cardiogene shock<sup>6,7</sup>.

Voor de bewaking van de patiënt in cardiogene shock wordt door de American Heart Association (AHA) geadviseerd om  $SvO_2$  en serum lactaat te meten om de weefseloxygenatie te monitoren. Er is echter nog geen bewijs dat de inzet van ST-MCS bij deze patiënten een positief effect heeft op de

zuurstofbalans van de patiënt, wat zich zou uiten in een verbetering van de SvO<sub>2</sub>. De SvO<sub>2</sub> wordt nu in het Erasmus MC niet op een vastgezet moment gemeten vóór en na start van ST-MCS.

Het gebruik van de arteria pulmonalis katheter wordt niet als standaard geadviseerd bij cardiogene shock, maar zou wel overwogen moeten worden indien initiële therapie niet voldoende effectief is. Dit kan namelijk extra informatie geven over de aanwezigheid en ernst van cardiogene shock, rechterventrikel betrokkenheid, pulmonaal- en wiggedruk en cardiac index.<sup>3</sup>

### Probleemstelling

Op dit moment is er relatief weinig bekend over de effecten van ST-MCS op de zuurstofbalans bij patiënten in cardiogene shock waarbij medicamenteuze therapie ontoereikend is.

### Doelstelling

Op basis van de onderzoeksgegevens inzichtelijk krijgen of ST-MCS een positief effect heeft op de zuurstofbalans bij patiënten in cardiogene shock waarbij medicamenteuze therapie ontoereikend is.

### Vraagstelling

Is de inzet van ST-MCS een effectieve manier om de balans in zuurstofaanbod en zuurstofvraag bij patiënten in cardiogene shock te verbeteren, indien medicamenteuze therapie niet toereikend is?

### Deelvraag

Kan er tussen IABP en VA-ECLS onderscheid gemaakt worden in effect op de zuurstofbalans bij patiënten in cardiogene shock?

### Methode

Deze observationele single center studie heeft plaatsgevonden op de ICCU van het Erasmus MC, en werd deels retrospectief en deels prospectief uitgevoerd.

Retrospectief werd data verzameld uit de ECLS en IABP databases van het Erasmus MC. Deze data werd zo nodig aangevuld vanuit het patiënt data management systeem (PDMS), te weten Innovian Critical Care, Dräger.

Prospectief werd de data verzameld van patiënten die in de periode van februari tot augustus 2018 op de ICCU werden opgenomen en ST-MCS kregen middels VA-ECLS of IABP. Deze data werd verzameld via het PDMS (Hix, Chipsoft) en case report formulieren (CRF).

De patiënten die geïncludeerd werden dienden aan de volgende inclusiecriteria te voldoen: Leeftijd > 18 jaar, Cardiogene shock niet (voldoende) reagerend op medicamenteuze therapie, SvO<sub>2</sub> < 55%, klinische tekenen van weefselhypoperfusie, Systolische bloeddruk < 90mmHg of catecholaminen om een systolische bloeddruk ≥ 90mmHg te bewerkstelligen.

Inclusiecriteria	Exclusiecriteria
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cardiogene shock, niet of onvoldoende reagerend op medicamenteuze therapie</li> <li>• SBP &lt;90mmHg</li> <li>• ScvO<sub>2</sub> ≤ 55%</li> <li>• Klinische tekenen van hypoperfusie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leeftijd &lt; 18 jaar</li> <li>• ECPR</li> <li>• Per-operatief gestarte ST-MCS</li> </ul>

Tabel 1. Inclusie- en exclusiecriteria

De benodigde parameters werden genoteerd op achtereenvolgende meetmomenten, T=0 t/m T=2.

Het eerste meetmoment (T=0) was voordat er gestart werd met ST-MCS, de zogenaamde baseline. 3 uur nadat de ST-MCS gestart was, vond het volgende meetmoment plaats (T=1) en 6 uur na start van ST-MCS het laatste meetmoment (T=2).

### Statistische analyse

Voor de statistische analyse is Excel Spreadsheet (Microsoft Office Excel 2007, Microsoft Corp. USA) en SPSS (versie 23: SPSS Inc. Chicago, IL, USA) gebruikt. Vanwege de lage patiënten aantallen en niet normaal verdeelde data is er gekozen voor non-parametrische testen. De Wilcoxon signed ranks test is gebruikt voor de gepaarde waarnemingen. Voor de continue variabelen is de Mann Whitney U test gebruikt. De Chi-kwadraat test is gebruikt voor de categorische

	ALLE (TOTAAL 37)	IABP (N= 21)	VA-ECLS (N= 16)	P-WAARDE IABP VS VA- ECLS
LEEFTIJD (JAREN)	51 (41-59)	56 (48-67)	50 (33-54)	NS
GESLACHT, MANNELIJK N(%)	28 (76)	18 (86)	10 (63)	< 0.001
DIAGNOSE N(%)				< 0.001
• DCMP	18 (49)	13 (62)	5 (31)	
• ICMP	4 (11)	4 (19)	0 (0)	
• MYOCARDITIS	6 (16)	2 (9)	4 (20)	
• LONGEMBOLIE	4 (11)	0 (0)	4 (20)	
• INTOXICATIE	1 (3)	0 (0)	1 (6)	
• CABG	2 (5)	1 (5)	1 (6)	
• STEMI	1 (3)	1 (5)	0 (0)	
• ALLOGRAFT FALEN	1 (3)	0 (0)	1 (6)	
INOTROPICA N(%)	22 (59)	10 (48)	12 (75)	NS
VASOPRESSIE N(%)	29 (78)	14 (67)	15 (94)	NS
DIURETICA N(%)	17 (46)	16 (76)	1 (6)	< 0.001
SEDATIE N(%)	18 (49)	5 (24)	13 (81)	0.001
INTUBATIE N(%)	18 (49)	5 (24)	13 (81)	0.001
ARTERIA PULMONALIS CATHETER N(%)	15 (41)	13 (62)	2 (13)	< 0.001
SVO <sub>2</sub>	0.45 (0.37-0.58)	0.42 (0.38- 0.46)	0.56 (0.36- 0.66)	0.04
SAO <sub>2</sub>	0.97 (0.96-0.99)	0.98 (0.96- 0.99)	0.97 (0.95- 0.97)	NS
ER O <sub>2</sub>	0.54 (0.39-0.62)	0.56 (0.51- 0.62)	0.4 (0.32-0.62)	NS
HEMOGLOBINE (MMOL/L)	7.0 (6.0-8.5)	7.0 (6.4-8.1)	7.1 (5.7-8.7)	NS
LACTAAT (MMOL/L)	3.0 (2.1-5.6)	2.6 (2.0-4.9)	3.2 (2.7-6.1)	NS
MAP (MMHG)	69 (63-75)	69 (65-76)	69 (61-73)	NS
CVD (MMHG)	17 (13-19)	17 (13-20)	17 (15-19)	NS
TEMPERATUUR (° CELCIUS)	36.7 (36.2-37.1)	36.9 (36.3- 37.1)	36.7 (36.1- 37.1)	NS
DIURESE (ML/UUR)	25 (0-52.5)	27.5 (3.8-61.3)	25 (0-37.5)	NS

**Tabel 2.** Demografische data. dCMP – Gedilateerde Cardiomyopathie; iCMP – Ischemische Cardiomyopathie; CABG – Coronary Artery Bypass Grafting; STEMI – ST-segment Elevated Myocardial Infarction; SvO<sub>2</sub> – Veneuze Zuurstof Saturatie; SaO<sub>2</sub> – Arteriële Zuurstof Saturatie; ER O<sub>2</sub> – Zuurstof Extractieratio; MAP – Mean Arterial Pressure; CVD – Centraal Veneuze Druk.

variabelen.

Alle waarden zijn weergegeven als mediaan met interkwartielbereiken (IQR) 0.25 en 0.75, tenzij anders aangegeven. Een p-waarde van ≤ 0.05 is als statistisch significant beschouwd.

### Resultaten

Zestig patiënten werden initieel geïncludeerd in de periode februari 2012 tot en met juli 2018, aangezien zij tijdelijke mechanische ondersteuning van de circulatie kregen in

verband met cardiogene shock. Echter van 23 patiënten was geen SvO<sub>2</sub> op T=0 bekend. Hierdoor konden geen verdere vergelijkingen gedaan worden. Vandaar dat zij uiteindelijk niet geïncludeerd konden worden. Baseline waarden en patiënten karakteristieken van de 37 geïncludeerde patiënten zijn weergegeven in tabel 2.

De mediane leeftijd van alle patiënten was 51 jaar (IQR 41-59), voor de IABP groep was dit 56 (IQR 48-67) en voor de VA-ECLS groep 50 (33-54). 76% waren mannen (voor de IABP en VA-ECLS afzonderlijk is dit 86% resp. 63%). 21

patiënten kregen ondersteuning middels IABP en 16 middels VA-ECLS. De patiënten die ondersteund werden middels IABP waren merendeel patiënten met chronisch hartfalen, terwijl de patiënten die met VA-ECLS ondersteund werden meer acuut hartfalen hadden met biventriculair of rechterhartfalen. 22 patiënten werden behandeld met inotropica (Dobutamine of Enoximone) en 29 patiënten kregen Noradrenaline, wat beide niet significant verschillend was tussen IABP & VA-ECLS. De 18 gesedeerde patiënten kregen deze sedatie in verband met beademing, VA-ECLS ondersteunde patiënten vaker dan de IABP ondersteunde patiënten.

Bij 15 patiënten (41%) werd een arteria pulmonalis katheter geplaatst, waarvan 13 bij patiënten die middels IABP ondersteund werden. Bij de overige patiënten werd een centraal veneuze katheter geplaatst via de vena jugularis of vena subclavia.

2 patiënten werden aanvankelijk ondersteund middels IABP, maar zijn later geconverteerd naar VA-ECLS wegens onvoldoende effect van de IABP (1 patiënt met gedilateerde cardiomyopathie en 1 patiënt met myocarditis).

Het starten van ST-MCS geeft geen significante verandering van de MAP, zowel bij de IABP als bij de VA-ECLS. De SvO<sub>2</sub> verbetert zowel bij de IABP als de VA-ECLS significant, evenals het lactaat. Het lactaat daalt echter later bij VA-ECLS dan bij IABP. SvO<sub>2</sub> en lactaat zijn parameters voor weefseloxygenatie. Deze resultaten zijn te zien in tabel 3 en 4. Het beloop van SvO<sub>2</sub> van T=0 naar T=1 en T=2 is uiteengezet in grafiek 1.

Onderlinge verschillen tussen IABP & VA-ECLS zijn niet significant na het starten van ST-MCS, op de SvO<sub>2</sub> en de ER O<sub>2</sub> na (p=0.001). Zie tabel 5 en 6 in bijlage 1.

2 patiënten met gedilateerde cardiomyopathie die ondersteuning kregen middels IABP ondergingen een harttransplantatie. 4 patiënten die ondersteund werden middels IABP (1 met ischemische cardiomyopathie en 3 met gedilateerde cardiomyopathie) kregen een LVAD. Van de patiënten uit de VA-ECLS groep was er geen die een harttransplantatie onderging of LVAD kreeg.

Ondanks de verbeterde zuurstofbalans met ST-MCS blijft de 30 dagen mortaliteit in het Erasmus MC 38% voor patiënten die met IABP ondersteund werden en 31% voor patiënten die met VA-ECLS ondersteund werden.

### Discussie

ST-MCS wordt in toenemende mate gebruikt bij patiënten in refractaire cardiogene shock.<sup>7</sup> Een mechanische pomp wordt geïmplantéerd om de bloedflow te ondersteunen, dan wel deels of geheel over te nemen.<sup>6</sup> Er bestaat een grote variatie aan mechanische pompen, zowel pulsatieel als niet pulsatieel.

Dit onderzoek laat zien dat de zuurstofbalans bij patiënten met cardiogene shock verbeterd kan worden met de inzet van tijdelijke mechanisch ondersteuning van de circulatie. Dit uit zich in een significante stijging van de SvO<sub>2</sub> en daling van het serum lactaat. Er is geen bewijs dat de mortaliteit daalt bij SvO<sub>2</sub> gerichte behandeling, echter gezien de correlatie met CO & weefseloxygenatie wordt wel aanbevolen de SvO<sub>2</sub> te monitoren.<sup>11</sup> Supra normale SvO<sub>2</sub> is geassocieerd met hogere mortaliteit.

In dit onderzoek is gebruik gemaakt van zowel ScvO<sub>2</sub> als SvO<sub>2</sub>. Het gebruik van een arteria pulmonalis katheter blijft controversieel en het routine matig gebruik laat geen voordeel zien<sup>3, 4, 5</sup>. Aangezien het plaatsen van een centraal veneuze katheter minder invasief is dan het plaatsen van een arteria pulmonalis katheter, is de ScvO<sub>2</sub> een aantrekkelijk alternatief voor de SvO<sub>2</sub>. Het verschil is echter dat de ScvO<sub>2</sub> een veneuze mix weergeeft van het bovenlichaam en de SvO<sub>2</sub> van zowel boven- als onderlichaam én bloed uit de coronaire circulatie. Beide waarden zijn dus niet onderling met elkaar te vergelijken<sup>4</sup>. De ScvO<sub>2</sub> wordt bepaald uit het veneuze bloed ter plaatse van het onderste derde gedeelte van de vena cava superior, via het distale lumen van een centraal veneuze catheter (CVC) welke is ingebracht via de vena jugularis interna of vena subclavia<sup>2</sup>.

De SvO<sub>2</sub> wordt bepaald uit het bloed in de arteria pulmonalis, via het distale lumen van een arteria pulmonalis katheter.

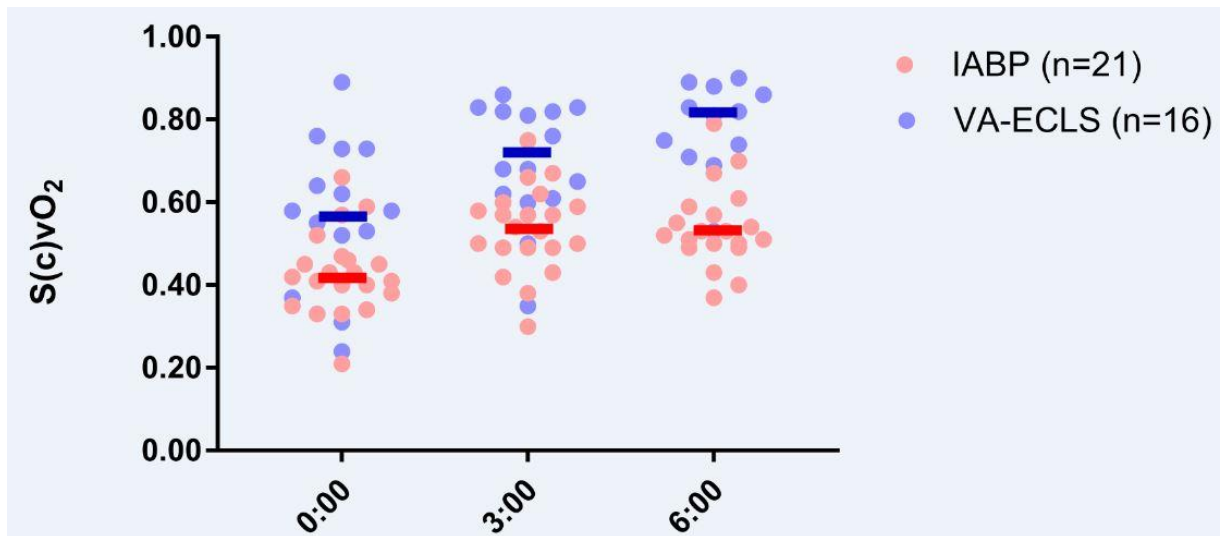
Er zijn beperkingen betreffende de waarde van lactaat. Lactaat is een product van anaerobe glycolyse. Volgens de Cohen &

IABP	T=0	T=1	T=2	T=0 VS T=1	T=0 VS T=2
SVO <sub>2</sub>	0.42 (0.38-0.46)	0.54 (0.49-0.59)	0.53 (0.50-0.58)	P <0.001	P <0.001
LACTAAT	2.6 (2.0-4.9)	1.9 (1.3-3.4)	1.6 (1.2-2.4)	P= 0.005	P=0.001
MAP	69 (65-76)	73 (69-80.25)	70 (64.5-77.5)	NS	NS

Tabel 3. IABP

VA-ECLS	T=0	T=1	T=2	T=0 VS T=1	T=0 VS T=2
SVO <sub>2</sub>	0.56 (0.36-0.66)	0.72(0.62-0.82)	0.815 (0.7325-0.865)	P= 0.002	P= 0.003
LACTAAT	3.2 (2.7-6.1)	3.7 (2.225-5.35)	2.7 (1.7-3.4)	NS	P= 0.049
MAP	68.5 (61-73.25)	69 (65.75-74)	72 (67.75-78.5)	NS	NS

Tabel 4. VA-ECLS



Grafiek 1. S(c)vO<sub>2</sub> beloop

Woods classificatie kan er onderscheid gemaakt worden in type A (als gevolg van hypoxie) en type B (als gevolg van onderliggende aandoening, medicatie of aangeboren metabole afwijkingen).<sup>17</sup> Het blijft een goede parameter voor weefselhypoxie, aangezien dit bij ernstig zieke patiënten de belangrijkste oorzaak is van lactaatstijging. Wat opvalt in dit onderzoek is dat het lactaat pas later verbetert dan de SvO<sub>2</sub>. Deze vertraagde lactaatsdaling is mogelijk te wijten aan het herstel van bloedflow naar de organen na low-flow.<sup>11</sup>

IABP is algemeen de meest gebruikte vorm van ST-MCS.<sup>3,6</sup> Dit ondanks dat de IABP-SHOCK II trial heeft aangetoond dat het gebruik van IABP over het algemeen geen voordelen had voor patiënten in cardiogene shock t.g.v. een acuut infarct<sup>7</sup>. Een mogelijk nadeel van VA-ECLS is de toename in linkerventrikel afterload, wat zorgt voor inadequate ontlading van de linkerventrikel. In

sommige gevallen is de VA-ECLS gecombineerd met IABP, voor linkerventrikel decompressie.

Patiënten die met VA-ECLS ondersteund werden, hadden een hogere SvO<sub>2</sub> op T=0 dan de patiënten die IABP ondersteuning kregen. Dit is mogelijk te verklaren door onder andere de andere diagnoses, acuut versus chronisch. Daarnaast werden de patiënten die met VA-ECLS ondersteund werden vaker mechanisch beademd en gesedeerd en hadden zij een hogere vasopressie behoefte, waardoor er mogelijk een minder zuurstofverbruik was in de perifere weefsels.

De ziekenhuis mortaliteit van cardiogene shock is 27% - 51%.<sup>3</sup> De overleving verbetert wel de laatste jaren. Er zijn slechts een aantal evidence-based interventies die een verbeterde overleving laat zien, zoals vroege revascularisatie. Voor overige interventies, waaronder ST-MCS, is weinig bewijs dat deze effectief zijn.<sup>3,8</sup>

### **Beperkingen**

Dit onderzoek werd uitgevoerd in het kader van de opleiding tot Circulation Practitioner. Het tijdsbestek van 14 maanden, de tijd dat de opleiding duurt, is relatief kort om veel patiënten te kunnen includeren. Dit is de reden waarom er retrospectieve data gebruikt is. Gezien het feit dat in de bestaande databases waarvan gebruik gemaakt werd niet alle data volledig verzameld is, bestond de noodzaak om terug te gaan tot 2012 om zoveel mogelijk data te verkrijgen. Uiteindelijk blijft het totaal aantal geïnccludeerde patiënten klein.

De geïnccludeerde patiënten werden ondersteund middels IABP of VA-ECLS. Gedurende dit onderzoek werd tevens de Impella geïntroduceerd op in het Erasmus MC, echter het patiënten aantal was te klein om te kunnen includeren.

### **Conclusie**

Uit dit onderzoek is gebleken dat met de inzet van ST-MCS de zuurstofbalans bij patiënten met cardiogene shock verbeterd kan worden. Dit uit zich in een stijging van SvO<sub>2</sub> en daling van het serum lactaat, welke beide parameters zijn voor weefseloxygenatie. De MAP verandert niet significant en is dan ook

geen parameter voor beoordeling van de zuurstofbalans. SaO<sub>2</sub> en Hb zijn niet significant veranderd na start van ST-MCS, evenals inotropica / vasopressie en VO<sub>2</sub> determinanten. De gestegen SvO<sub>2</sub> lijkt dus met name het gevolg van een gestegen CO. Ondanks de verbeterde zuurstofbalans blijft de 30 dagen mortaliteit 38% voor patiënten die met IABP ondersteund werden en 31% voor de patiënten met VA-ECLS ondersteuning.

### **Aanbevelingen**

Naar aanleiding van de uitkomsten van dit onderzoek kunnen een aantal aanbevelingen gedaan worden.

- Uitvoeren van een groter onderzoek, met meer patiënten
- Onderzoek uitbreiden met meerdere vormen van mechanische circulatie
- Onderzoek uitbreiden met Sidestream Dark Field imaging
- Bewustwording van de waarde van SvO<sub>2</sub> en ScvO<sub>2</sub>
- Bewustwording van de beperking van de waarde van de MAP in relatie tot weefseloxygenatie

### Literatuurlijst

1. Bommel, J. van. (2013) Protocol Circulatie, Erasmus MC
2. Buter, H., Eikemans, B., Moolenaar, D., Uil, C. den. (2016) Nederlandse Vereniging voor Intensive Care (NVIC): Richtlijn Centraal Veneuze Lijn.; <https://nvic.nl>
3. Diepen, S. van., Katz, J.N., Albert, N.M., Henry, T.D., Jacobs, A.K., Kapur, N.K., Kilic, A., Choen, M.G. (2017) Contemporary Management of Cardiogenic Shock – A scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 136:e232-e268
4. Ho, K.M., Harding, R., Chamberlain, J., Bulsara, M. (2010), A Comparison of Central And Mixed Venous Oxygen Saturation in Circulatory Failure. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia Vol. 24, No. 3 (June):* 434-439 doi: 10.1053/j/jvca.2007.10.011
5. Beest, P. van., Scheeren, T.W.L. (2015) How to use venous oxygen saturations and lactate in critically ill patients. *Nederlands tijdschrift voor anesthesiologie, maart '15:* 5-11
6. Biocina, B., Petricevic, M. (2011) Short-term mechanical circulatory support. *Rad 509. Medical Sciences, 36:* 25-38
7. Uil, C. den., Akin, S., Jewbali, L.S., Reis Miranda, D. dos., Brugts, J.J., Constantinescu, A.A., Kappetein, A.P., Caliskan, K. (2017) Short-term mechanical circulatory support as a bridge to durable left ventricular assist device implantation in refractory cardiogenic shock: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Cardiothorac Surg* 0:1-12 doi:10.1093/ejcts/ezx088
8. Thiele, H., Ohman, E.M., Desch, S., Eitel, I., Waha, de, S. (2015) Management of Cardiogenic Shock. *European Heart Journal* 36:1223-1230 doi: 10.1093/eurheartj/ehv051
9. Hartog, C., Bloos, F. (2014) Venous Oxygen Saturation. *Best Practice & Research clinical Anaesthesiology* doi:10.1016/j.bpa.2014.09.006
10. Uil, den, C. (2009) Mechanical Circulatory Support Devices Improve Tissue Perfusion in Patients With End-Stage Heart Failure of Cardiogenic Shock. *J Heart and Lung Transplantat* 28:906-11 doi: 10.1016/j.healun.2009.05.010
11. Ducrocq, N., Kimmoun, A., Levy, B. (2013) lactate or ScvO<sub>2</sub> as an endpoint in resuscitation of shock states? *Minerva Anesthesiol* 79;1049-58
12. Csepe, T. A., Kilic, A (2017) Advancements in mechanical circulatory support for patients in acute and chronic heart failure. *J Thorac Dis* 9(10): 4070-4083 doi: 10.21037/jtd.2017.09.98
13. Stretch, R., Sauer, M., Yuh, D.D., Bonde, P. (2014) National Trends in the Utilization of Short-Term Mechanical Circulatory Support. *JACC* 64 (14): 1407-15
14. Thiele, H., Jobs, A., Ouwneel, D.M., Henriques, J.P.S., Seyfarth, M., Desch, S., Eitel, I., Pöss, J., Fuerenau, G., Waha, S. de. (2017) Percutaneous short-term active mechanical support devices in cardiogenic shock: a systematic review and collaborative meta-analysis of randomized trials. *European Heart Journal* 00, 1-9 doi: 10.1093/eurheartj/ehx363
15. Shah, M., Patnaik, S., Patel, B., Ram, P., Garg, L., Agrawal, S., Arora, S., Patel, N., Wald, J., Jorde, U.P. (2017) Trends in mechanical circulatory support use and hospital mortality among patients with acute myocardial infarction and non-infarction related cardiogenic shock in the United States. *Clin Res Cardiol* doi:10.1007/s00392-017-1182-2
16. ECLS Registry Report (2018), Extracorporeal Life Support Organisation
17. Bakker, J., Schievel, S.J.M., Brinkert, W. (2000) Serumlactaatconcentratie als maat voor weefselhypoxie bij ernstig zieke patiënten. *Ned Tijdschr Geneesk* 144 (16): 737-741



## Bijlage 1

### Tabellen

	<b>ALL (N=37)</b>	<b>IABP (N=21)</b>	<b>VA-ECLS (N=16)</b>	<b>P WAARDE</b>
<b>SVO<sub>2</sub></b>	0.60 (0.6-0.68)	0.54 (0.49-0.59)	0.72 (0.62-0.82)	0.001
<b>DELTA SVO2 (T1-T0)</b>	+0.09 [+0.03; +0.22]	+0.08 [+0.03; +0.16]	+0.12 [+0.04; +0.28]	NS
<b>SAO<sub>2</sub></b>	0.99 (0.97-1.0)	0.98 (0.96-0.99)	0.99 (0.98-1.0)	NS
<b>ER O<sub>2</sub></b>	0.39 (0.28-0.49)	0.44 (0.40-0.5)	0.28 (0.17-0.36)	0.001
<b>HEMOGLOBINE (MMOL/L)</b>	6.7 (6.1-8.1)	6.8 (6.3-8.2)	6.25 (5.1-8.1)	NS
<b>LACTAAT (MMOL/L)</b>	2.4 (1.8-4.5)	1.9 (1.3-3.4)	3.7 (2.2-5.4)	NS
<b>MAP (MMHG)</b>	72 (66-78.5)	73 (69-80.25)	69 (65.75-74)	NS
<b>CVD (MMHG)</b>	15(9.5-22)	14 (10-25)	16.5 (9.75-20)	NS
<b>TEMPERATUUR (° CELCIUS)</b>	36.65 (35.625- 37.075)	36.85 (35.975- 37.5)	36.2 (35.525-36.7)	NS
<b>DIURESE (ML/UUR)</b>	67.5 (15-110)	67.5 (13.25-102.5)	70 (18.75-112.5)	NS

Tabel 5. Metingen op T=1, 3 uur na start van ST-MCS.

	<b>ALL (N=37)</b>	<b>IABP (N=21)</b>	<b>VA-ECLS (N=16)</b>	<b>P WAARDE</b>
<b>SVO<sub>2</sub></b>	0.58 (0.51-0.76)	0.53 (0.50-0.58)	0.82 (0.73-0.87)	0.001
<b>DELTA SVO2 (T2-T0)</b>	+0.13 [+0.07; +0.27]	+0.09 [+0.04; +0.18]	+0.24 [+0.13; +0.36]	NS
<b>SAO<sub>2</sub></b>	0.98 (0.97-1.0)	0.98 (0.97-0.99)	0.99 (0.97-1.0)	NS
<b>ER O<sub>2</sub></b>	0.42 (0.21-0.47)	0.47 (0.42-0.49)	0.18 (0.14-0.25)	0.001
<b>HEMOGLOBINE (MMOL/L)</b>	6.4 (6.1-7.6)	6.7 (6.3-8.1)	6.4 (5.4-7.3)	NS
<b>LACTAAT (MMOL/L)</b>	1.8 (1.4-3)	1.6 (1.2-2.4)	2.7 (1.7-3.4)	NS
<b>MAP (MMHG)</b>	71 (66-78.5)	70 (64.5-77.5)	72 (67.8-78.5)	NS
<b>CVD (MMHG)</b>	14 (8-20)	14(10.5-22)	14 (7.3-16.8)	NS
<b>TEMPERATUUR (° CELCIUS)</b>	36.6 (36.0-37.1)	36.7 (36-37.6)	36.2 (35.5-36.9)	NS
<b>DIURESE (ML/UUR)</b>	70 (25-122.5)	100 (26.9-130)	60 (21.9-112.5)	NS

Tabel 6. Metingen op T=2, 6uur na start van ST-MCS.

**Bijlage 2****Case Report Formulier**

Case Report Formulier 'Zuurstofbalans bij ST-MCS'		
<b>Datum:</b>		
<b>Algemene Gegevens</b>		
PID nummer		
Geboortedatum		
Geslacht	Man / Vrouw*	
Diagnose / Aard van Cardiogene Shock		
ST-MCS Device	IABP / VA-ECMO / Impella*	
CVC	Nee / Ja*	
SGTD	Nee / Ja*	
Noradrenaline (dosering)	Nee / Ja*	Dosering:
Dobutamine (dosering)	Nee / Ja*	Dosering:
Enoximone (dosering)	Nee / Ja*	Dosering:
Lasix (dosering)	Nee / Ja*	Dosering:
Sedatie	Nee / Ja*	Medicament:
		Dosering:
Mechanische Beademing	Nee / Non Invasief / Invasief*	

\*Omcirkel het antwoord dat van toepassing is

	<b>Metingen vóór start ST-MCS</b>	<b>Metingen 3uur ná start ST-MCS</b>	<b>Metingen 6uur ná start ST-MCS</b>
Tijdstip			
ScvO <sub>2</sub>			
SaO <sub>2</sub>			
Hb			
Lactaat			
ABP			
CVD			
CI			
PCWP			
Temperatuur			
<b><u>Opmerkingen:</u></b>			

### **Bijlage 3**

#### **Rol van de Circulation Practitioner in het Erasmus MC**

Op de Intensive Care Volwassenen (ICV) / Hartbewaking van het Erasmus MC zijn momenteel 2 Circulation Practitioners werkzaam. Eerder zijn dat er meer geweest, echter zij zijn andere functies gaan bekleden. Tevens zijn er Ventilation Practitioners, Renal Practitioners en Neural Practitioners werkzaam op de ICV / Hartbewaking van het Erasmus MC.

Vanwege de bezettingsverandering zal er opnieuw invulling gegeven moeten worden aan de rol van de Circulation Practitioners, waarvan ik ook deel ga uitmaken.

Allereerst zal ik mij neerzetten als gespecialiseerd IC-verpleegkundige op het gebied van de circulatie. Hierbij fungeer ik als vraagbaak voor IC-verpleegkundigen, cursisten en artsen in de dagelijkse praktijk op de werkvloer.

Een deel van de functie van de Circulation Practitioner bestaat uit het geven van onderwijs. Dit gebeurt deels op de werkvloer, middels bed-side teaching, en deels plenair. Jaarlijks is er een circulatiebijscholing voor alle IC-verpleegkundigen van het Erasmus MC, waarin ik ga participeren. Ook wil ik casusbesprekingen gaan organiseren en klinische lessen geven.

Mijn aandachtsgebied binnen de circulatie gaat uit naar mechanische circulatie. Op de ICV van het Erasmus MC wordt daaronder geschaard ECLS, IABP, Impella en LVAD. Ik maak onderdeel uit van de ECLS werkgroep, waarbij de verschillende vormen van mechanische circulatie aan bod komen. Ik zal protocollen ontwikkelen en up-to-date houden. Daarnaast geef ik basis en advanced training aan IC-verpleegkundigen die met deze devices (gaan) werken.

Om up-to-date te blijven met betrekking tot mijn vakgebied, woon ik congressen en symposia bij en houdt ik vakliteratuur bij. Daarnaast ben ik lid van de landelijke vakgroep Practitioners Nederland.

In een academisch centrum als het Erasmus MC wordt veel onderzoek gedaan. Ook op het gebied van circulatie. Ik wil hierin participeren door onder andere data te verzamelen, maar ook door het doen van bijvoorbeeld Sidestream Dark Field imaging.

Ik ben tevens aanspreekpunt voor de industrie. Dit houdt onder andere in dat ik in overleg onderwijs plan, maar ook bij implementatie van nieuwe apparatuur en werkwijzen ben ik betrokken. Protocollen die betrekking hebben op de circulatie zal ik met mijn collega circulation practitioners up-to-date en state of the art houden.