



Bron: archief ziekenhuis Bernhoven



Echo en vloeistof; een gouden combinatie?

Wim Gielis; Intensive Care Practitioner i.o. uitstroomprofiel Circulation

Drs. Esther Ewalds; Internist-intensivist, Praktijkopleider

Moniek Vogels; Afdelingsmanager

Intensive Care Coronair Care ziekenhuis Bernhoven; Uden



Inhoud

- Introductie ICCC Bernhoven
- Aanleiding onderzoek
- Doel- en vraagstelling
- Studieopzet/ methodiek
- Resultaten
- Analyse en conclusie
- Aanbevelingen
- Rol Intensive Care Practitioner uitstroomprofiel circulation
- Literatuur
- Dankwoord

ICCC Bernhoven

- ☐ Level 2
- ☐ Gecombineerde IC en CC
- ☐ Sinds 2013 nieuwbouw in Uden
- ☐ IC 9 (+3) bedden en CC 3 bedden
- ☐ Elk IC bed heeft beademings mogelijkheid
- ☐ Minimaal 2 CNVT plus 4 kamers voor dialyse
- ☐ Alle kamers 1 persoons waarvan 2 sluiskamers



Bron: Archief Bernhoven 1900



bernhoven

Bron: Archief Bernhoven 2013

zondag 6 februari 2022

ICCC Bernhoven

- Intensivisten 9
- Cardiologen 8
- IC verpleegkundigen 40
- IC Practitioner io 2
- Fysio/ Logo/ Ergo 3
- Diëtetiek 1
- Ondersteuners 2
- Team manager 1



Bron: Archief ICC Bernhoven



Aanleiding onderzoek

- Vullen of inotropie
- Diverse device's
- Echografie techniek
- 24/7 intensivisten
- Geen CAVAL Index protocol
- Inzet Circulation Practitioner



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

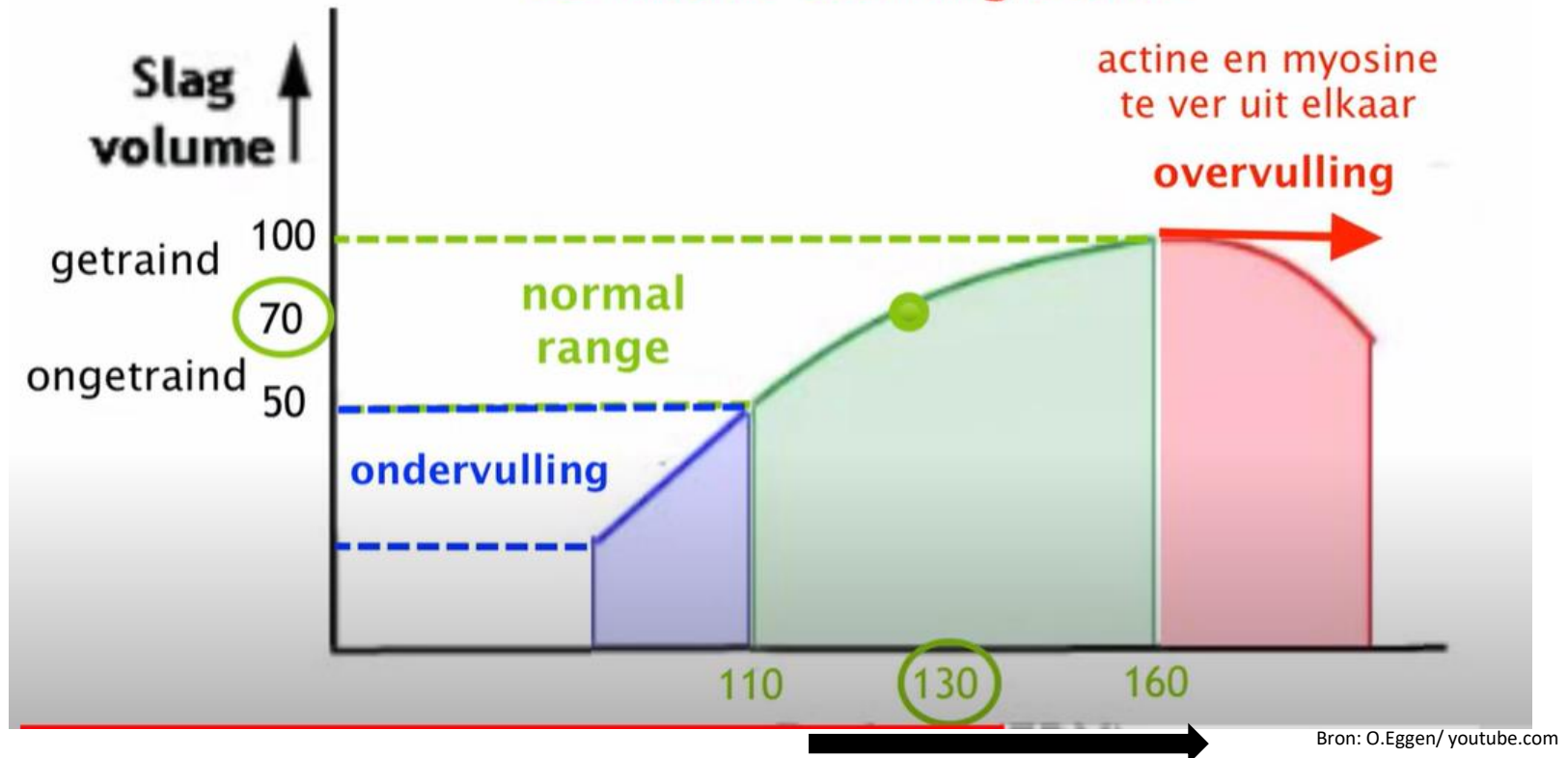
Hoofdvraag

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 of lactaat?

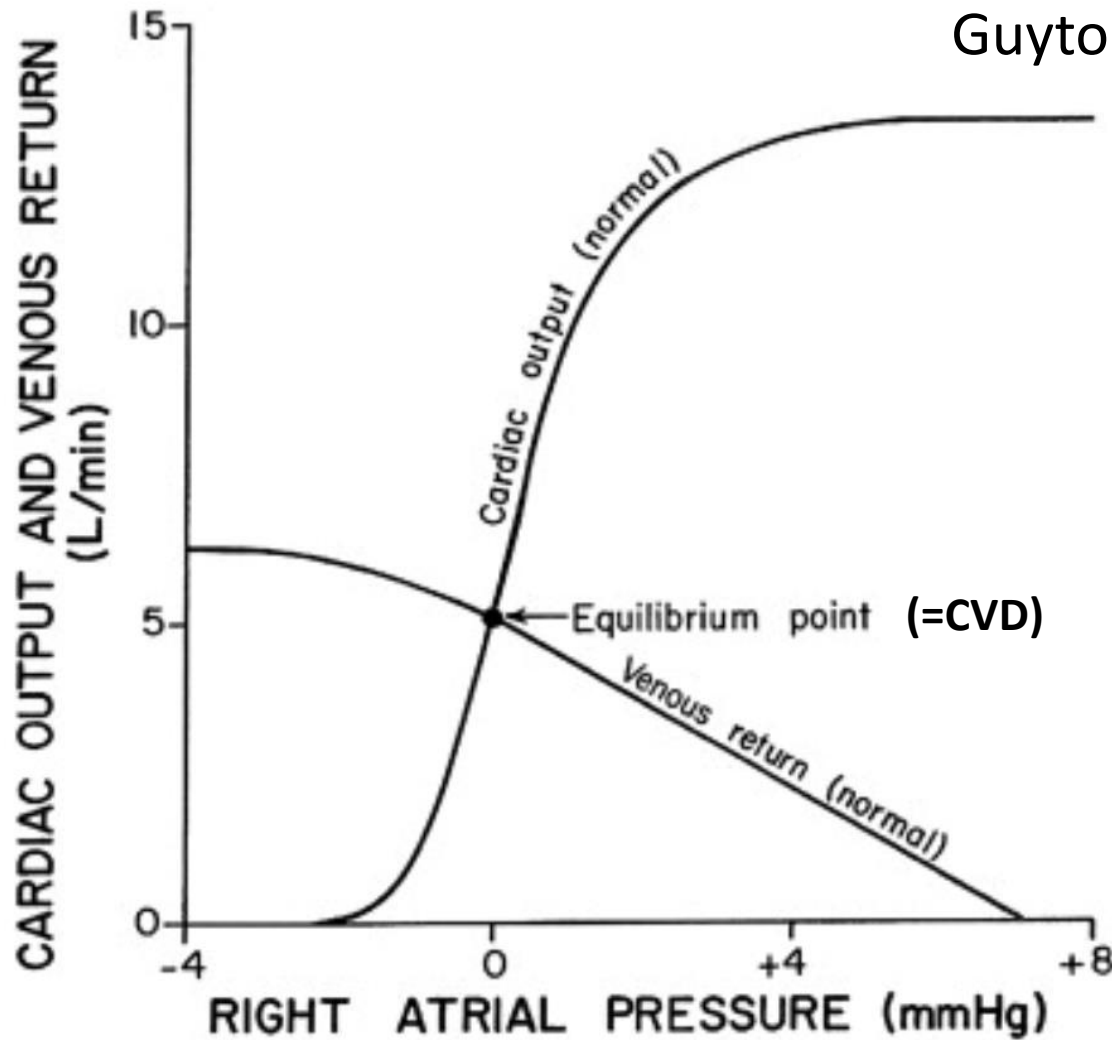
De Frank Starling curve



Preload= eind diastolisch volume

Wanneer de preload toeneemt, neemt de contractiliteit van het hart toe. Met andere woorden: wanneer een spier wordt uitgerekt, trekt de spier krachtiger samen.

Guyton-diagram



Bron:
<https://www.researchgate.net/>

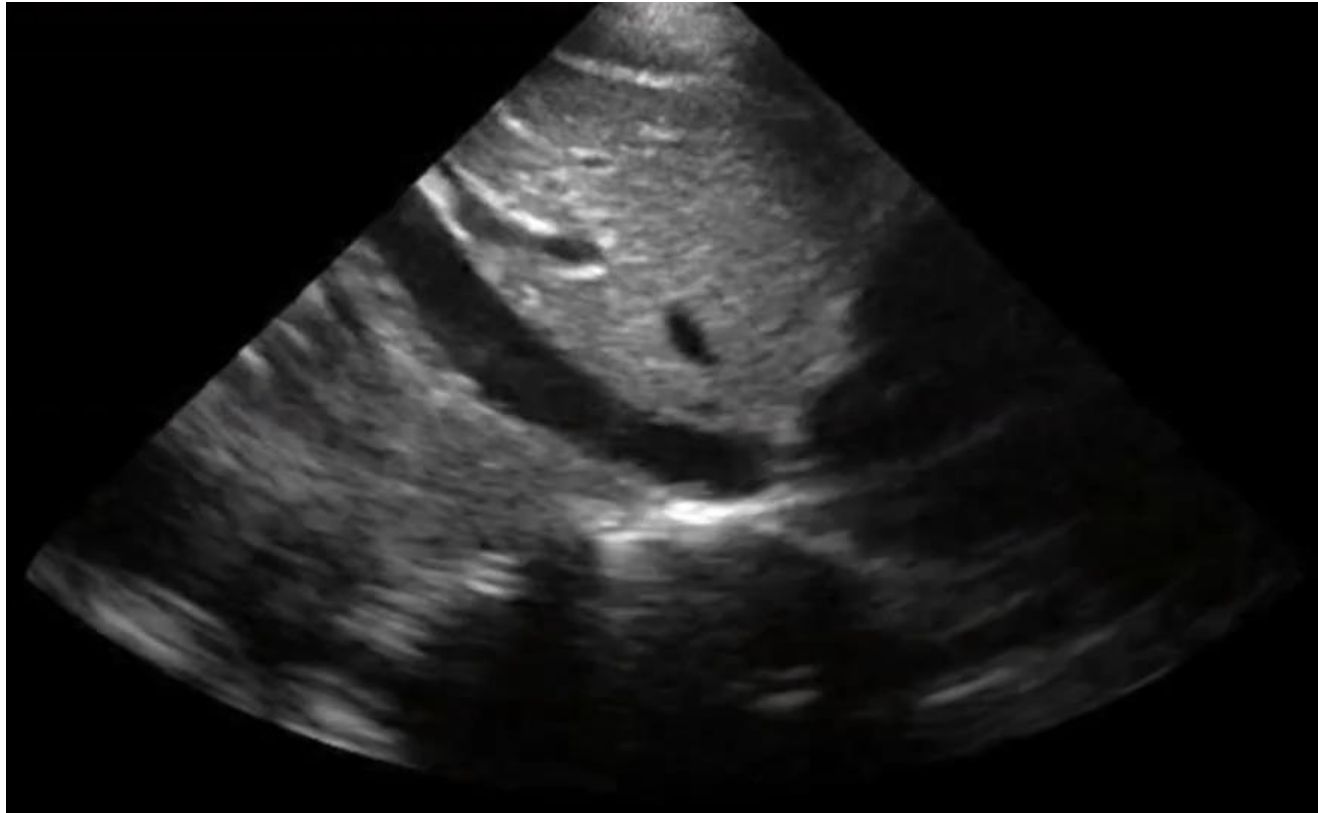
'Volumestatus' speelt een rol bij de veneuze terugkeer doordat hypovolemie de neiging heeft de veneuze terugkeer te verminderen!

Caval index

Collaps afhangt van twee concurrerende drukken:

1. De druk in de IVC die verband houdt met de centraal veneuze druk [CVD, d.w.z. de rechter atriale druk zonder enige cavale obstructie] en
2. De druk in de buikholte.

Caval index



Bron: Radiopaedia.org

De vena cava inferior afgebeeld in de cine-loop toont respirofasische veranderingen bij een spontaan ademende patiënt.



Studieopzet

- Studie
- Intensivisten
- Echografie
- CAVAL- Index
- WMO plicht

Studieopzet

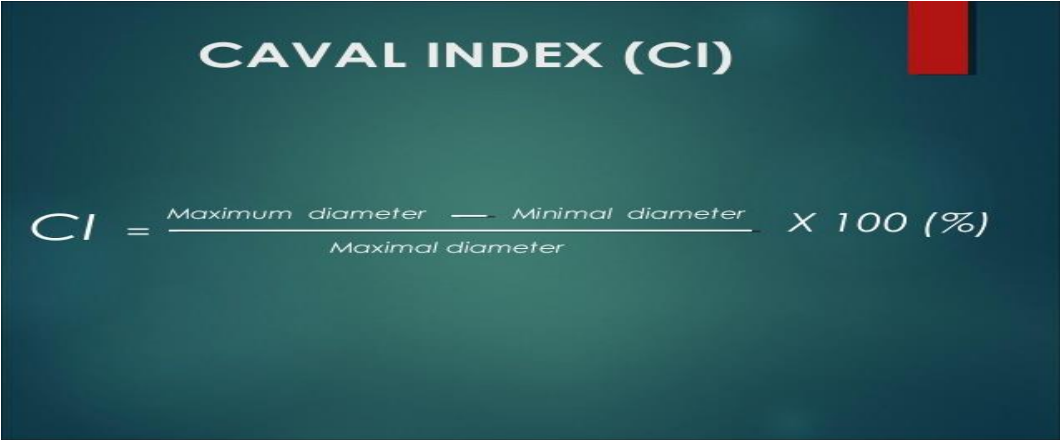
De onderstaande parameters met beschreven criteria geven aanleiding tot het besluit van vochttoediening:

- ✓ Hartfrequentie stijging ≥ 100 slagen/minuut gerelateerd aan:
- ✓ Bloeddruk (MAP) ≤ 65 mmHg,
- ✓ Urineproductie $\leq 0,5$ ml/kg/uur,
- ✓ Lactaat (normaalwaarde $0,5 - 2,2$ mmol/L),
 - ✓ Koude extremiteiten, marmering.

Studieopzet

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

Formule;

A dark teal rectangular slide with the title 'CAVAL INDEX (CI)' in white capital letters at the top. Below the title is the formula for the Caval Index:
$$CI = \frac{\text{Maximum diameter} - \text{Minimal diameter}}{\text{Maximal diameter}} \times 100 (\%)$$

CAVAL INDEX (CI)

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

Workflow;

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

Studieopzet

Onderzoeks populatie:

- ✓ alle instabiele IC patiënten,
- ✓ voldoen aan de gestelde in- en exclusiecriteria,
- ✓ bij wie een volumestatus vraag wordt gesteld,
- ✓ zowel beademde als niet beademde patiënten,
- ✓ Echogeniek.



Bron: de Rekenmachine.nl

Studieopzet

Inclusie criteria;

Patiënten opgenomen 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
- ✓ Beademing ja/ nee

Studieopzet

Exclusie criteria;

IC patiënten bij wie sprake is van:

- ✓ Ritmestoornissen zoals AF
- ✓ Post reanimatie
- ✓ Overgewicht waardoor geen vena cava in beeld te brengen is via echografie
- ✓ Klassieke buik OK
- ✓ Zwangerschap
- ✓ Anderszins verhoogde intra abdominale druk

Resultaten

CAVAL-index voor	CAVAL index na	Temperatuur	RR voor	RR na	HF voor	HF na	UP	UP na	Lactaat voor	Lactaat na	Vulling	Beademing	SCVO2	GEDI	ELWI	GEF	SVRI	CI	CVD
36	*	37,9	82/58 [66]	*	92	78	15	15	1,3	0,7	Nee	N	*	*	*	*	*	*	*
44	40	38	90/50 [60]	110/60 [77]	100	90	15	10	2	2	Ja	N	*	*	*	*	*	*	*
35	37	36,8	117/56 [76]	132/55 [81]	67	68	35	30	1,1	*	Ja	PS+ peep8	*	*	*	*	*	*	*
48	*	37,1	90/55 [67]	*	100	*	20	*	1,6	*	Nee	N	*	*	*	*	*	*	*
12	15	38,4	96/48 [64]	125/71 [89]	102	100	10	20	1,6	0,6	Ja	VC+peep10	78	680	20	22	2080	2	6
25	*	39	100/58 [72]	*	91	*	100	*	1,2	*	Nee	N	*	*	*	*	*	*	*
53	12	36,8	89/60 [70]	94/64 [74]	105	108	15	10	2,5	1,8	Ja	VC+peep12	*	*	*	*	*	*	*
25	16	35,7	75/44 [54]	97/68 [78]	64	62	35	35	1	0,8	Ja	VC+peep12	*	*	*	*	*	*	*
74	35	37,7	100/50 [67]	115/54 [74]	115	105	70	50	1,3	1,2	Ja	PS+ peep12	*	*	*	*	*	*	*
35	*	38,5	155/74 [101]	*	110	*	50	*	0,9	*	Nee	Optiflow	*	*	*	*	*	*	*
11	*	37,2	145/62 [90]	*	65	*	20	*	1	*	Nee	VC+ peep14	77	888	16	18	3010	2	8
76	*	38,4	203/92 [129]	*	108	*	50	*	2,5	*	Nee	N	75	*	*	*	*	*	*
75	45	36,2	103/74 [84]	133/86 [102]	63	74	40	40	1,2	1	Ja	VC+ peep10	*	*	*	*	*	*	*
15	17	37,3	140/92 [108]	136/95 [109]	70	66	30	30	0,5	0,5	Ja	PS+ peep8	*	*	*	*	*	*	*
35	37	39,4	144/81 [58]	122/76 [57]	119	126	5	5	1,1	1	Ja	VC+ Peep14	76	846	19	19	1270	5	7
	11/15*100= 73,3%			niet gevuld	5/11*100= 45,5%		wel gevuld		6/11*100= 54,5%										
	4/15*100= 26,7%			niet gevuld	1/4*100= 25%		wel gevuld		3/4*100= 75%										

Tabel 1 Data van de volledige groep geïncubeerde IC patiënten bij wie de CAVAL-index is gemeten. Waar * staat is geen tweede meting gedaan omdat er geen vocht is gesuppleerd. Of geen meting/ bepaling is gedaan.

Analyse

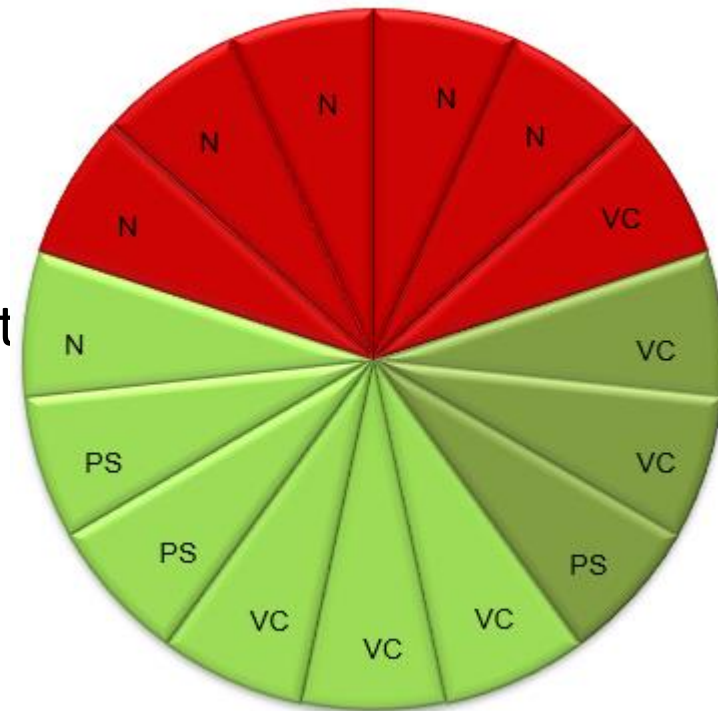
Tabel 1

*zes van de elf patiënten(54.5%) met een **CAVAL-index <50%** is toch besloten om te vullen intensivist.

*drie van de vier patiënten(75%) met een **CAVAL-index >50%** is gevuld.

*zes patiënten zijn VC-beademd.

Vocht suppletie

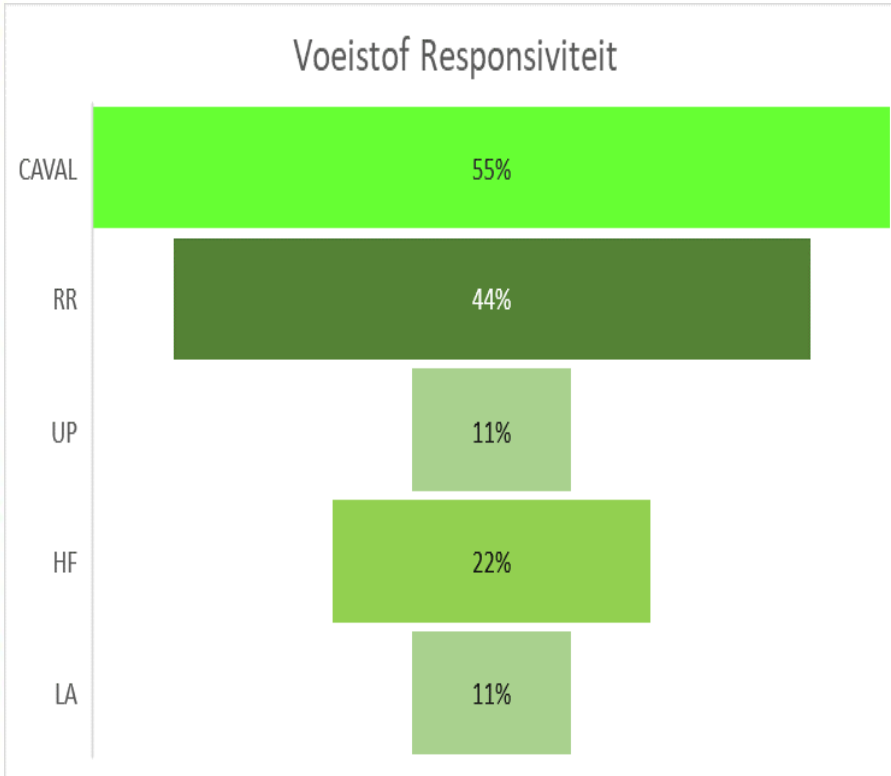


Resultaten

Studiecode	CAVAL index	RR (map)na	HF na	UP na	Lactaat na	Vulling	Beademing
B002	J	J	J	N	N	J	NEE 11%
B003	N	N	N	N	N	J	PS
B005	N	J	N	J	N	J	VC
B007	J	N	N	N	J	J	VC 33%
B008	J	J	N	N	N	J	VC 33%
B009	J	N	J	N	N	J	PS 11%
B013	J	J	N	N	N	J	VC 33%
B014	N	N	N	N	N	J	PS
B015	N	N	N	N	N	J	VC
NORM	10% ↓	10MMHG ↑	10 SL/MIN ↓	10ML/UUR ↑	↓		IS RESPONSIEF!
Responsief	55%	44%	22%	11%	11%		
CAVAL index +		33%	22%	0%	11%		VC 33%
							PS 11%
							N 11%

Tabel 2: Van de 9 patiënten bij wie vocht is toegediend, wordt de responsiviteit weergegeven met: J en groen gekleurd vak. De berekende percentages geven deze responsiviteit weer. Tevens de vergelijking van andere ingezette parametrie t.o.v de CAVAL-index.

Analyse



Tabel 2

*vocht suppletie op basis van de

- o CAVAL-index; 55% responsief,
- o Bloeddruk; 44% responsief,
- o Hartfrequentie; 22% responsief,
- o Urine productie; 11% responsief,
- o Lactaat, responsiviteit van 11%.

*vocht suppletie op basis van de

- o CAVAL-index **plus** Bloeddruk; 33%
- o CAVAL-index **plus** Hartslag; 22%
- o CAVAL-index **plus** Urineproductie; 0%
- o CAVAL-index **plus** Lactaat; 11%

Stelling: voor deze populatie is naast de CAVAL-index met name de bloeddruk een voorspeller van de vloeistofresponsiviteit!

Resultaten

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%.

Analyse

Tabel 3

*CAVAL index met 35% afkapwaarde

10 patiënten vullen:

5/10= 50% niet beademd 4 niet gevuld!

2/10= 20% is support beademd; 50% responsief,

3/10=30% is controlled beademd; 100% responsief.

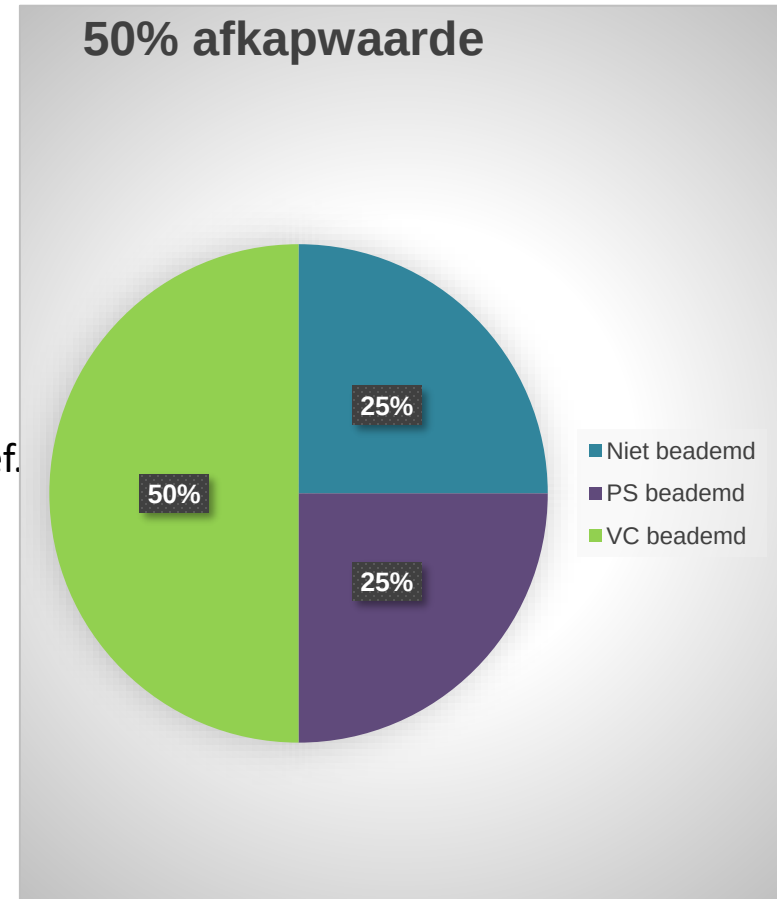
*CAVAL index met 50% afkapwaarde

4 patiënten vullen:

1/4= 25% niet beademd; niet gevuld!

1/4= 25% support beademd; 100% responsief,

2/4=50% controlled beademd; 100% responsief.



Stelling: Op basis van deze vergelijking wordt de literatuur bevestigd dat bij een CAVAL index het meest waarschijnlijk, valide gevuld kan worden indien de patiënt gecontroleerd beademd wordt!

Resultaten

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 (+)

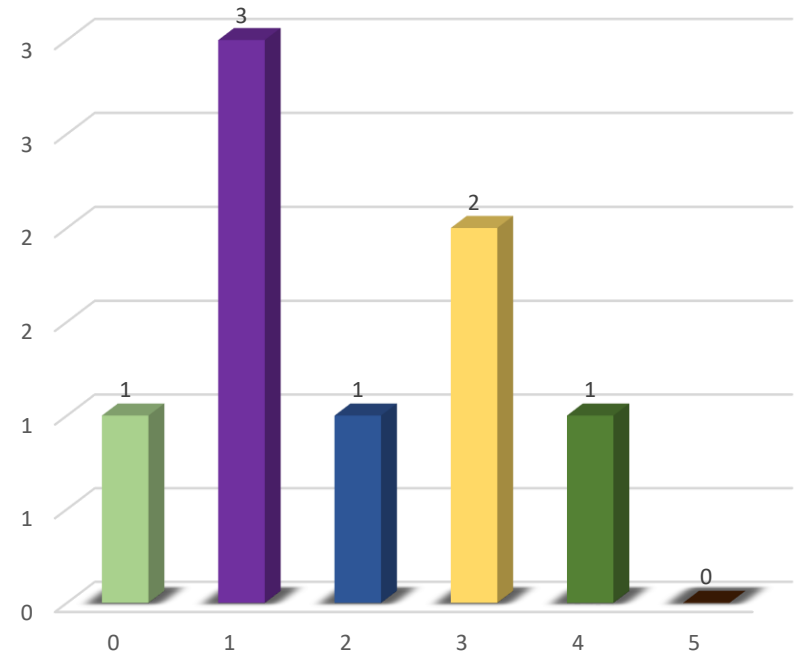
Analyse

Tabel 4

*Vullingsindicatie per parameter afgezet tegen vullingsbeleid.

- 0 indicatoren; één keer is er toch gevuld? PS beademd,
- 1 indicator; 3 keer gevuld; 2VC+1PS beademd,
- 2 indicatoren; 1 keer gevuld; 2PS beademd,
- 3 indicatoren; 2 keer gevuld; 1VC beademd,
- 4 indicatoren; 1 keer gevuld; 1VC beademd,
- 5 indicatoren; 0 keer gevuld.

Aantal parameter indicatoren



Stelling: Er bestaat geen uniformiteit uit de keuze van indicatoren uit de parametrie waaruit vullingsbeleid wordt opgemaakt!



Conclusie

*Onderzoeksvraag kan de CAVAL-index de volumestatus valide bepalen en is deze voorspellend voor vloeistofresponsiviteit?

De CAVAL-index alleen geeft onvoldoende de volumestatus weer en er is onvoldoende bewijs om vloeistofresponsiviteit aan te tonen.



Conclusie

*Subvraag is er een verband met parameters, zoals hartfrequentie (HF), mean arterial pressure (MAP), urineproductie, of lactaat?

De CAVAl index kan wel een indicatie geven om te vullen maar dan naast andere parameters; hartslag, bloeddruk, urineproductie en lactaat om de intensivist te laten besluiten om vocht te suppleren.

Achteraf;

- andere opzet kiezen (subgroepen, vergelijk CAVAl-index met Cardiac Index...)
- grotere studie
- eigen inbreng vergroten

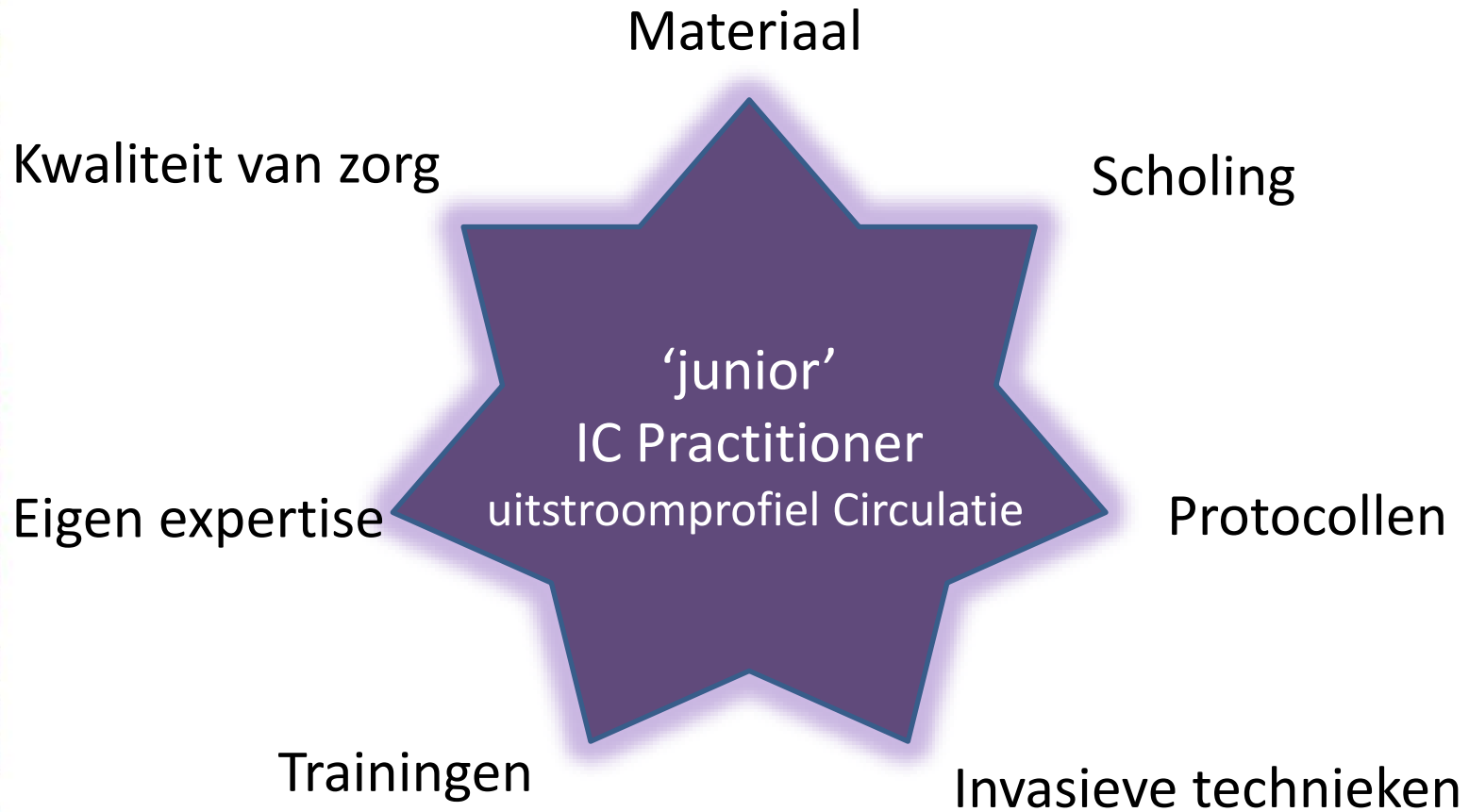
Aanbevelingen

- ☐ Grotere onderzoeksgroep en indelen in subgroepen.
- ☐ Heterogeniteit verminderen.
- ☐ Rol practitioner meer prominent maken.
- ☐ Concreter beschrijven van het protocol.

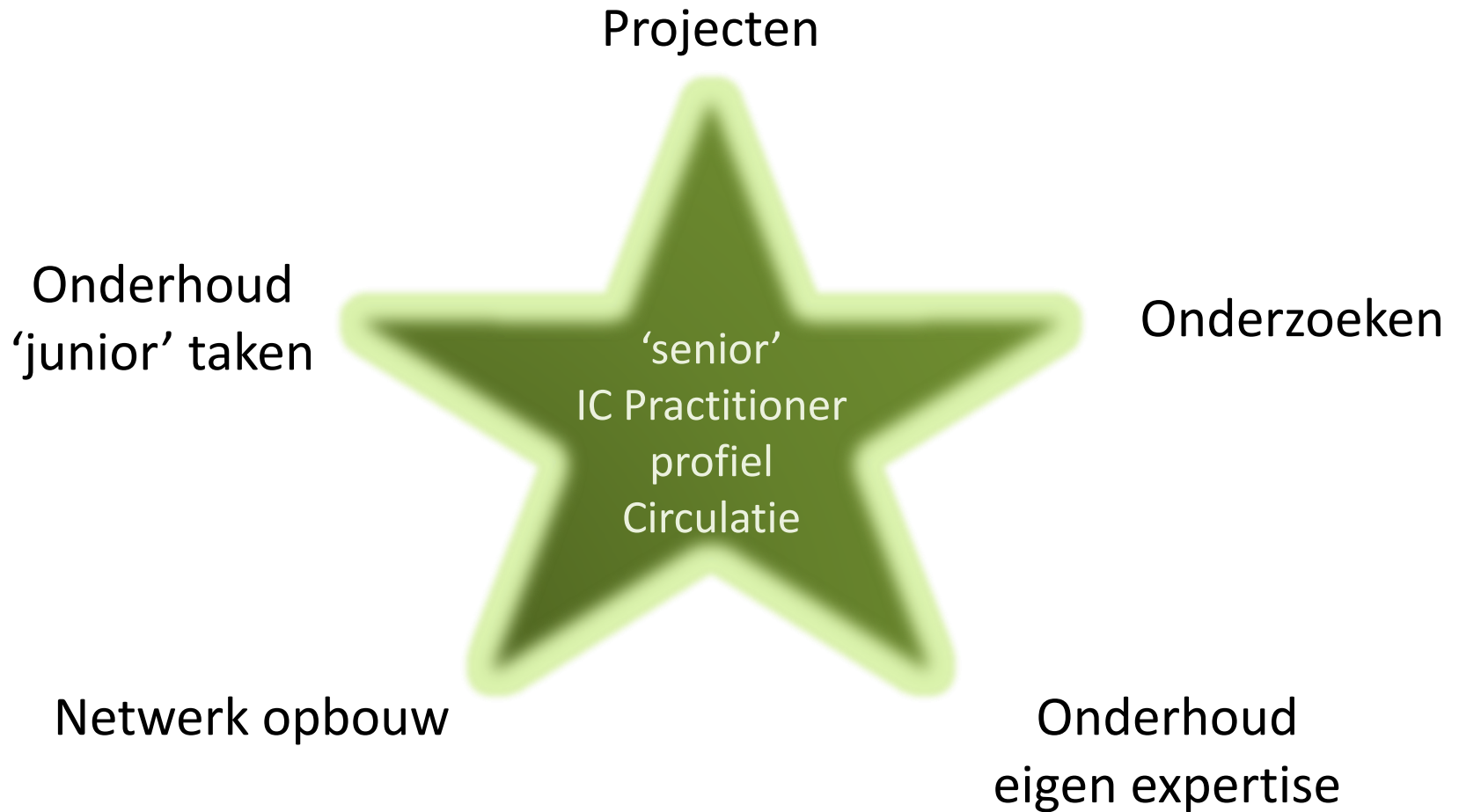
Aanbevelingen

- ❑ Vergelijk maken met bewezen indicator voor volumestatus; de cardiac index.
- ❑ Patiëntengroep criteria naleven.
 - Tachycardie (hartfrequentie > 100/min)
 - Tachypneu (ademhalingsfrequentie >20/min)
 - Oligurie (diurese <0,5ml/kg/uur)
 - Verandert bewustzijn
 - Koude acra, gemarmerde benen
 - Lactaat >2,2mmol/l.

Rol Intensive Care Practitioner



Rol Intensive Care Practitioner





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

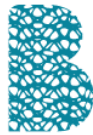
Literatuur

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/emermed-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 Cardiolical 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 Anesthetica*; 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

Woord van DANK

De collega's van de Intensive Care die het voor mij mogelijk hebben gemaakt deze opleiding tot een goed eind te brengen.

Mijn teammanager **Moniek Vogels**.



bernhoven

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 het onderzoek.

Woord van DANK

Care Training Group B.V.



Hans Sloot en Rianne Clercks en niet te vergeten
mijn collega's uit de cursus groep en docenten!

Last but not least mijn familie!

