

Martini Ziekenhuis Groningen

‘Longechografie als tool voor het inschatten van extravasculair longwater’

Henk Jan van der Velde,
Circulation Practitioner i.o., afdeling Intensive Care



Martini Ziekenhuis
een santeon ziekenhuis

Inhoud

- Introductie
- EVLW & het BLUE-protocol
- Aanleiding
- Probleem- doel- en vraagstelling
- Onderzoeksopzet
- Resultaten
- Discussie & aanbevelingen
- Literatuur
- Rol Practitioner





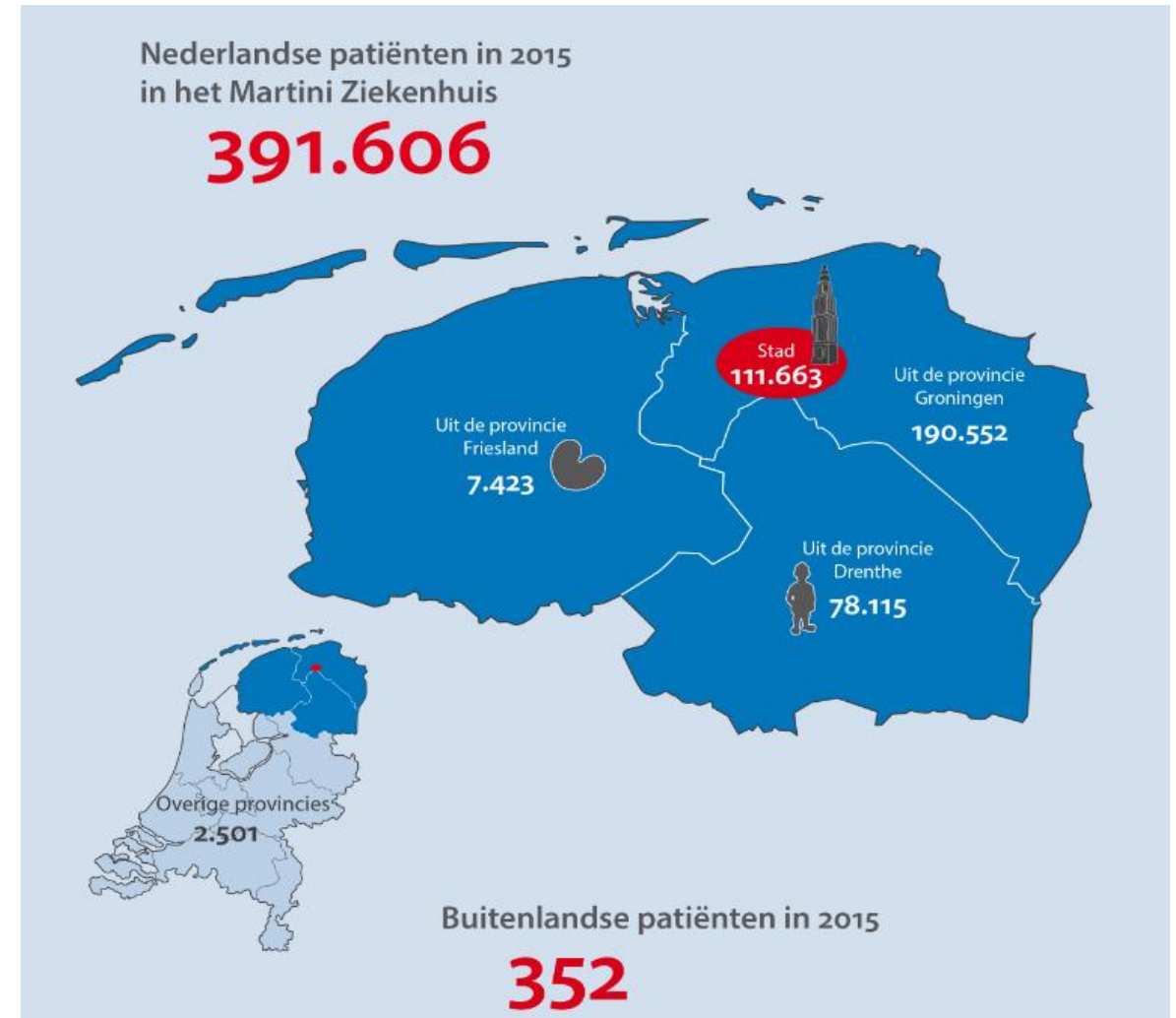
Inleiding

Het Martini Ziekenhuis

Topklinisch opleidingsziekenhuis (Santeon)

- 26.373 klinische opnames
- 578 beschikbare bedden
- 35 verschillende specialismen
- Brandwondencentrum (ICU) topreferente functie

* Gegevens uit 2015



De ICU

- 16 bedden waarvan 12 beademingsbedden
 - 10 intensivisten
 - Verpleegkundig team 72 Fte
-
- 947 Opnames in 2017
 - 4591 behandeldagen
 - 1458 beademingsdagen





EVLW & het BLUE-protocol

EVLW (1)

EVLW (extravasculair longwater) is alle vloeistof **in** de long, buiten het vasculaire compartiment.

EVLWI is extravasculair longwater geïndexeerd op basis van het voorspelde gewicht

Wat wordt gemeten?

➤ Vocht dat in “thermaal contact” staat met de capillairen



EVLW (2)

- Gevalideerde parameter
 - Minder betrouwbaar in geval van longresectie of longembolie
- EVLWI > 10 ml/kg
 - prognostisch nadelig

Sakka et al 2002. *Chest*, 122(6), 2080–2086.

Tagami et al., 2010, *Critical Care*, 14(5), 162.

Jozwiak et al., 2013, *Critical Care Medicine*, 41(2), 472–480.



BLUE-protocol

- Word gebruikt om diverse pathofysiologische processen in kaart te brengen
- In het kader van pulmonaal oedeem worden in 4 zones b-lijnen geanalyseerd
- >2 b-lijnen in elke zone duidt op pulmonaal oedeem (hoge sensitiviteit en specificiteit)

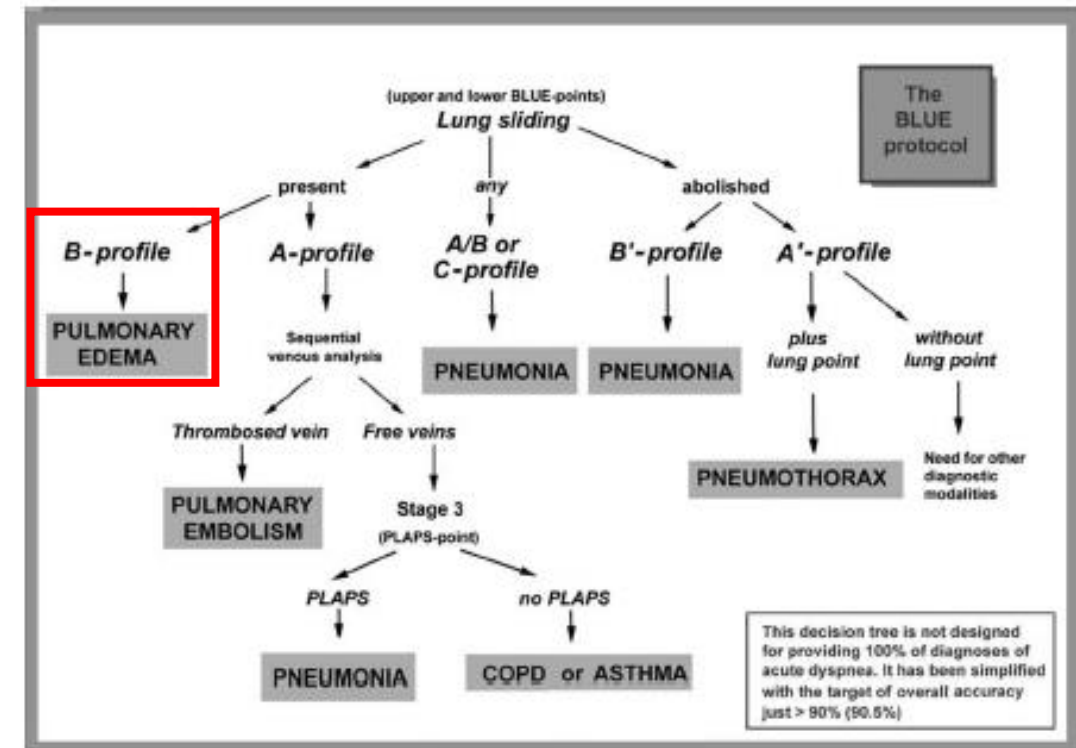


TABLE 2] Accuracy of the BLUE-Protocol

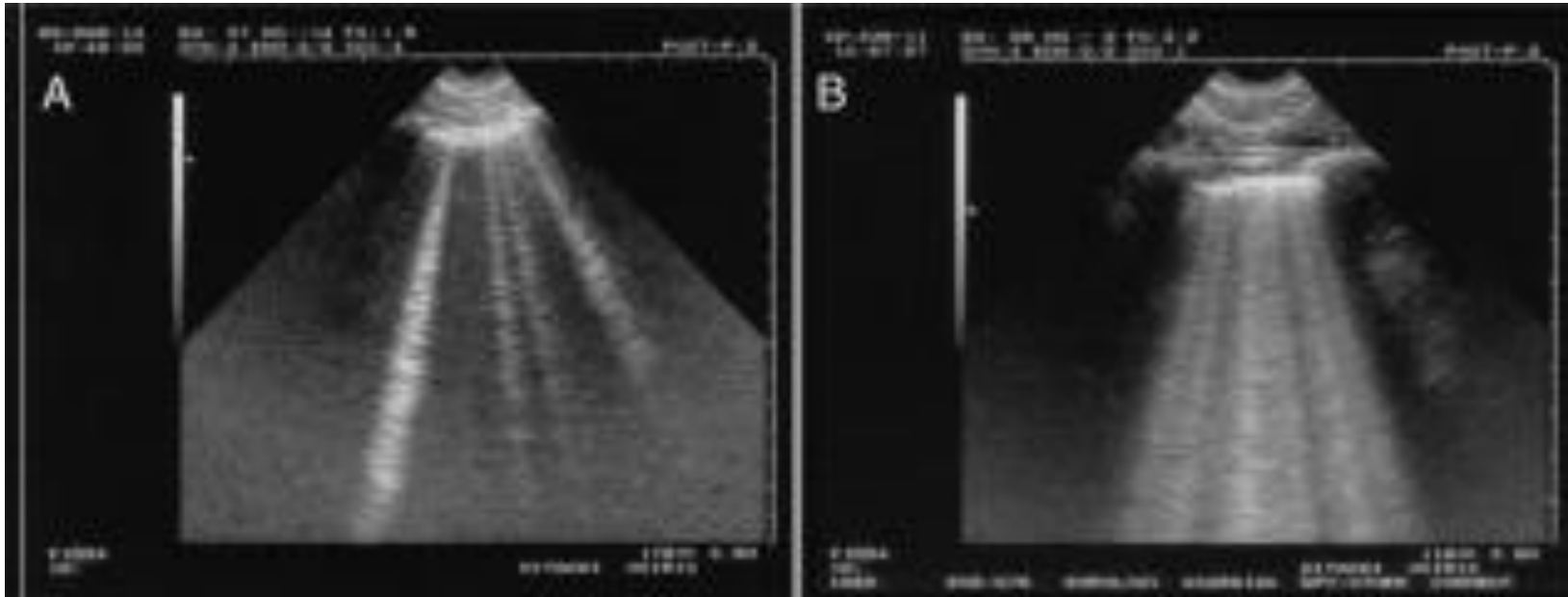
Mechanism of Dyspnea	Profiles of BLUE-Protocol	Sensitivity, %	Specificity, %	PPV, %	NPV, %
Acute hemodynamic pulmonary edema	B-profile	97	95	87	99
Exacerbated COPD or severe acute asthma	Nude profile (A-profile with no DVT and no PLAPS)	89	97	93	95
Pulmonary embolism	A-profile with DVT	81	99	94	98
Pneumothorax	A'-profile (with lung point)	88	100	100	99
Pneumonia	The four profiles	89	94	88	95
	B'-profile	11	100	100	70
	A/B profile	14.5	100	100	71.5
	C-profile	21.5	99	90	73
	A-no-V-PLAPS-profile	42	96	83	78

BLUE = bedside lung ultrasound in emergency; NPV = negative predictive value; PLAPS = posterolateral alveolar and/or pleural syndrome; PPV = positive predictive value. (Adapted from Lichtenstein and Mezière.⁶⁴)

Lichtenstein, 2015, *Chest*, 147(6), 1659–1670.



B-lijnen



Volpicelli et al., 2012, *Intensive Care Medicine*, 38(4), 577–591.

Lichtenstein, 2015, *Chest*, 147(6), 1659–1670.

- B-lijnen worden gedefinieerd als laserachtige verticale hyper echogene artefacten die ontstaan uit de pleurale lijn en strekken zich uit tot de onderkant van het scherm zonder te vervagen en bewegen synchroon met ‘longsliding’
- Geassocieerd met het interstitieel syndroom
- Snel zichtbaar maar kunnen ook snel weer verdwijnen
- Makkelijk in beeld te brengen

EVLWI vs. b-lijnen (1)

Onderzoeksgroep	Populatie en methode	Bevindingen
Agricola et al, 2005	20 post operatieve cardio chirurgische patiënten. B-lijnen vs. EVLW.	Positieve correlatie b-lijnen en EVLW
Volpicelli et al, 2014	73 beademende ICU patiënten. A-patroon (afwezigheid van b-lijnen) vs. EVLW. Een 8-zone echoprotocol werd gebruikt.	Afwezigheid van b-lijnen is geen longoedeem (specificiteit 90,9%)
Anile et al, 2017	19 ICU beademde ICU patiënten. EVLW vs. een 8-zone echoprotocol. Vergeleken werd of er een correlatie was tussen het aantal positieve zones (>2 b-lijnen) en het EVLW.	Positieve correlatie aantal zones positief voor b-lijnen en EVLW. Vier of meer positieve zones toonden hoge sensitiviteit en specificiteit voor een EVLWI >10
Enghard et al, 2015	50 beademende post operatieve cardio chirurgische patiënten. 4-zone echoprotocol waarbij het aantal b-lijnen t.o.v. het EVLW werd geanalyseerd.	Sterke positieve correlatie, hoge sensitiviteit en specificiteit voor een EVLWI >7
Wattanathum et al, 2018	44 patiënten, beademend en septisch. Drie verschillende echoprotocolen werden vergeleken met het EVLW.	Een 28-zone protocol toonde de beste correlatie met het EVLW, gevolgd door het 8-zone-protocol en het 4-zone-protocol. Een hoge specificiteit maar een lage sensitiviteit werd gevonden voor het inschatten van een EVLWI > 10
Bataille et al, 2014	Onderzoek onder 26 beademende ARDS patiënten. 4 zone echoprotocol vs. EVLW.	Positieve correlatie tussen het aantal b-lijnen en het EVLW. ≥ 6 b-lijnen toonde een sensitiviteit van 82% en specificiteit van 77%) voor het voorspellen van een EVLW >10.



Samengevat

- Verschillende protocollen en scoringsystemen
- Specifieke patiëntengroepen werden onderzocht, altijd beademd.
- Kleine onderzoekspopulaties
- Weinig informatie hoe de hoogte van EVLW ingeschat kan worden met de echo



Aanleiding

Aanleiding

- Behoeft bedside bepaling van het EVLW
- Nu alleen mogelijk doormiddel van TPTD
- Alternatieven belastend of niet adequaat
- Echografie (BLUE-protocol) voor het vaststellen of uitsluiten van pulmonaal oedeem)
- Niet duidelijk of en hoe EVLW kan worden ingeschat middels longechografie



Probleem- doel- en vraagstelling

Probleem- doel- en vraagstelling (1)

Probleemstelling

- Ontbreken consensus over hoe EVLW in te schatten middels echografie.
- Goudenstandaard nog altijd TPTD.
- Onduidelijk hoe de performance van het BLUE-protocol is voor het inschatten van EVLW.
- Hierdoor 'nog' geen geschikt medium voor het inschatten van EVLW.

Probleem- doel- en vraagstelling (2)

Doelstelling

- Het aantonen van een correlatie tussen de hoeveelheid longwater gemeten door middel van TPTD en longechografie volgens het BLUE-protocol
- Longechografie een duidelijkere plaats geven in de behandeling van de intensive-carepatiënt

Probleem- doel- en vraagstelling (2)

Vraagstelling

Is het mogelijk om met een 4-zone-echoprotocol (volgens het BLUE-protocol) waarbij b-lijnen in kaart worden gebracht een EVLWI > 10 te identificeren?

Deelvragen

- Welke sensitiviteit en specificiteit worden gevonden voor een EVLWI > 10 ?
- Bestaat er een correlatie tussen het aantal b-lijnen en de hoogte van het EVLWI?



Onderzoeksopzet

Onderzoeksopzet (1)

- een single centrum, prospectief onderzoek van 15 december 2018 tot 15 mei 2019
- Toestemming MEC
- Schriftelijke informed consent

Opzet onderzoek

- Verzamelen gegevens van patiënten waarbij zowel een TPTD-meting en een longecho werd gemaakt
- Inclusie door intensivist
- Exclusie achteraf nog mogelijk

In- en exclusie criteria

Inclusiecriteria	Alle patiënten ouder dan 18 jaar met een PiCCO lijn in situ waarbij binnen een half uur van de TPTD meting een longecho werd verricht
Exclusiecriteria	Onjuiste of onbetrouwbare meting EVLWI - Delta temp wordt niet gehaald - Meer dan 10% afwijking GEDI - Minder dan 3 TPTD metingen verricht per kalibratie - Patiënten welke een longresectie hebben ondergaan - Bewezen longembolieën Alle patiënten waarbij een longecho niet mogelijk is - Buikligging - Wonden - Subcutaan emfyseem

Monnet & Teboul, 2017, *Critical Care*, 21(1).

Voorwaarden

- Metingen binnen een half uur van elkaar
- Maximaal twee sets metingen per patiënt
- Minimaal twee uren tussen deze sets van metingen

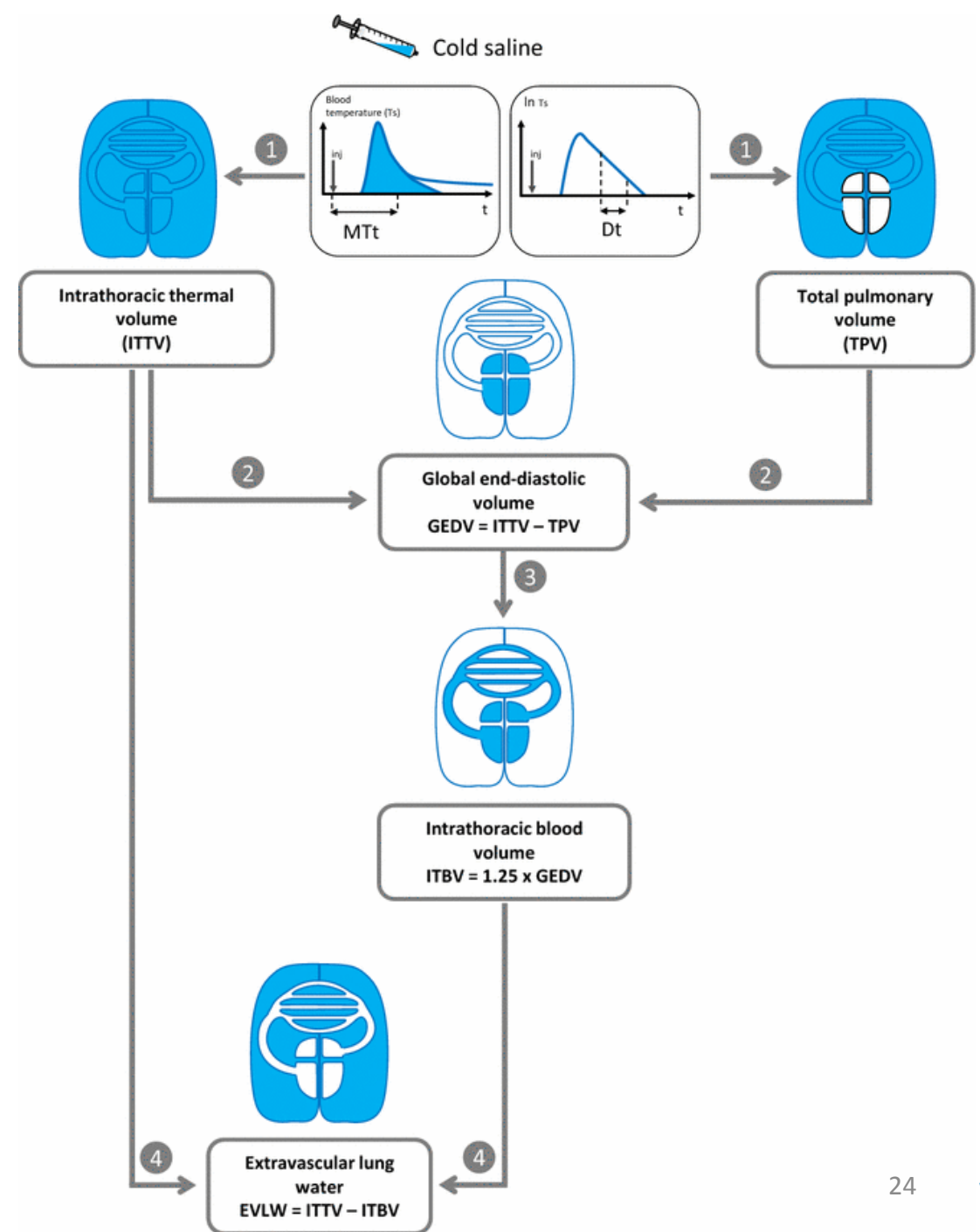
- Geen eisen t.a.v. de volgorde van de metingen
- Inclusie mogelijk op elk moment van de opname

Onderzoeksopzet (2)

- Instructie
- Procedure op zakkaartjes
- Invulformulieren + checklist
- Selecte groep intensivisten, bekwaam in het uitvoeren van longecho's

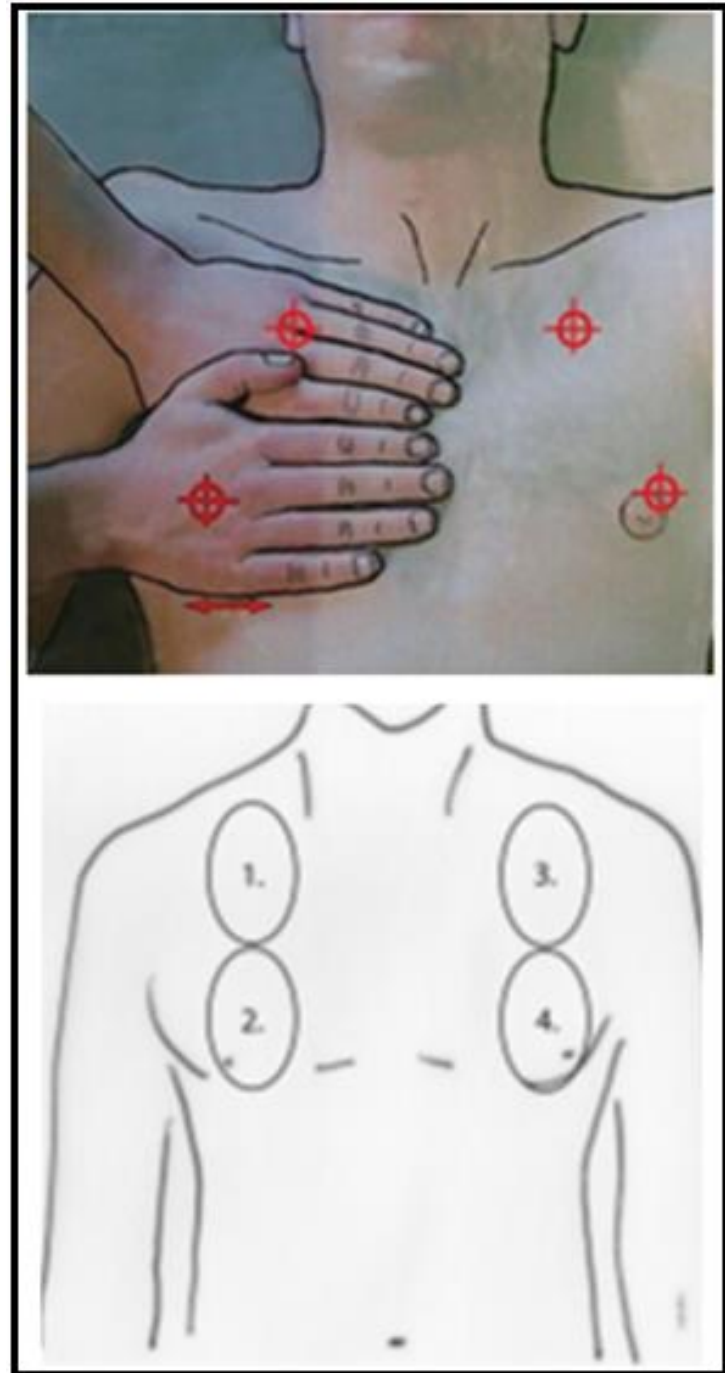
EVLWI (TPTD)

- PiCCO 2 technologie
- Verpleegkundige verricht de TPTD meting
- 20cc koude vloeistof
- 3 'accurate' metingen
 - Delta temp
 - Afwijking GEDI maximaal 10%
- Registratie EVLWI



Longecho

- Phillips Sparq
- Curved array transducer (C5-1)
- 'LUNG' setting, scandiepte 6 cm
- 4-zones volgens het BLUE protocol
- Directe beoordeling op formulier
- Opname per gescande zone
- Achteraf beoordeling door 2 onafhankelijke beoordelaars



Statistische analyse

- SPSS & Medcalc
- Data weergeven als gemiddelde (SD)
- Spearman rangcorrelatie, Mann-Whitney U test & ROC curve
- $P < 0.05$ wordt beschouwd als statistisch significant



Resultaten

Karakteristieken	Waarde
Aantal patiënten	n18
Man (%)	12 (66.7%)
Leeftijd $\pm$ SD	78 $\pm$ 9
Lengte $\pm$ SD	174 $\pm$ 9
Gewicht $\pm$ SD	81 $\pm$ 20
PBW $\pm$ SD	68 $\pm$ 9
Apache IV $\pm$ SD	98 $\pm$ 33
Opname reden	n18
Sepsis (%)	15 (83,3%)
Met daarbij cardiale diagnose	5 van 15
Postoperatief (AAAA &)	2 (11.1%)
Primair cardiaal	1 (5.6%)
Aantal metingen	n23
Beademd (%)	20 (87%)
Beademingsduur, dagen	9 (1 tot 33)
PEEP $\pm$ SD	8.5 $\pm$ 2.6
Mean $\pm$ SD	77 $\pm$ 13
EVLWI $\pm$ SD	10,9 $\pm$ 3.2
GED _I $\pm$ SD*	809 $\pm$ 179
PVPI $\pm$ SD*	2 $\pm$ 0.63
GEF $\pm$ SD*	18.5 $\pm$ 5.3
Delta ELWI bepaling en longecho $\pm$ SD	12.5 $\pm$ 8

Basiskarakteristieken

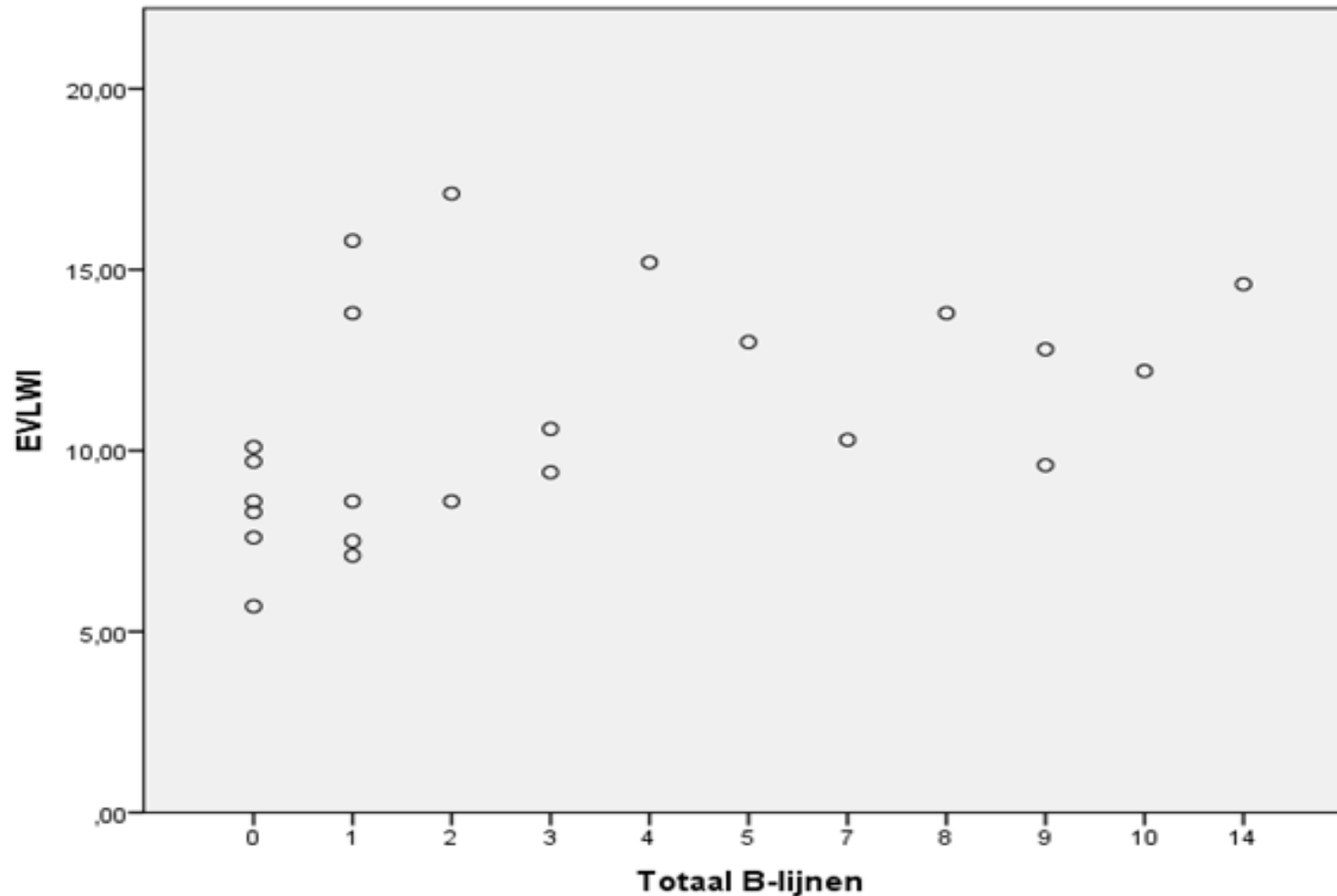
- 1 meting werd uitgesloten van de bepaling van het gemiddelde en de SD omdat bij 1 meting de veneuze lijn in de femoralis was gepositioneerd, welke leidt tot een inadequate inschatting van deze parameter.

Huber et al., 2017, PLOS ONE, 12(10), e0178372



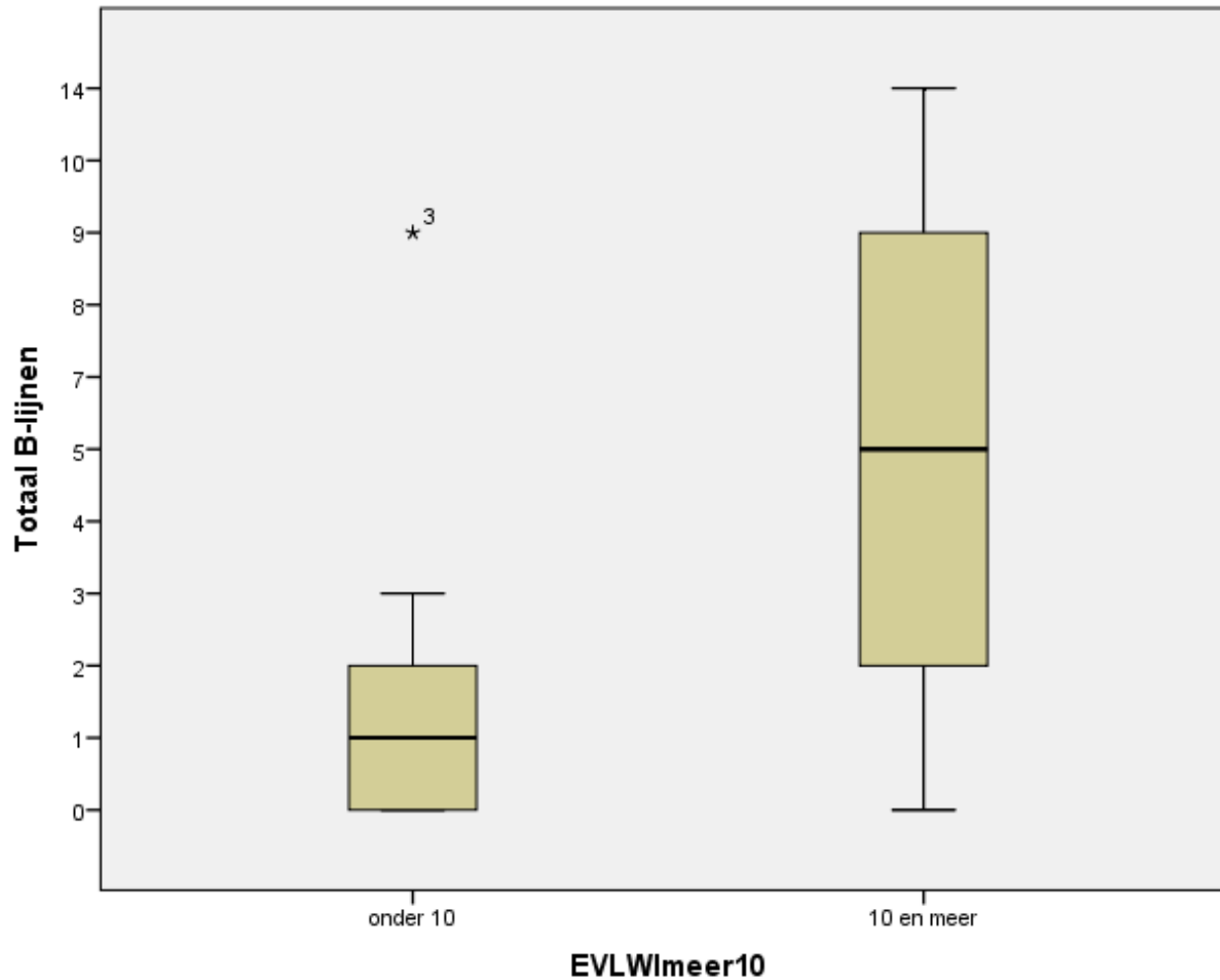
Resultaten (1)

Er bestaat een significant positieve correlatie tussen de hoogte van het EVLWI en het totaal aantal b-lijnen.



$Rho = 0,545$
 $P = 0,014$

Resultaten (2)

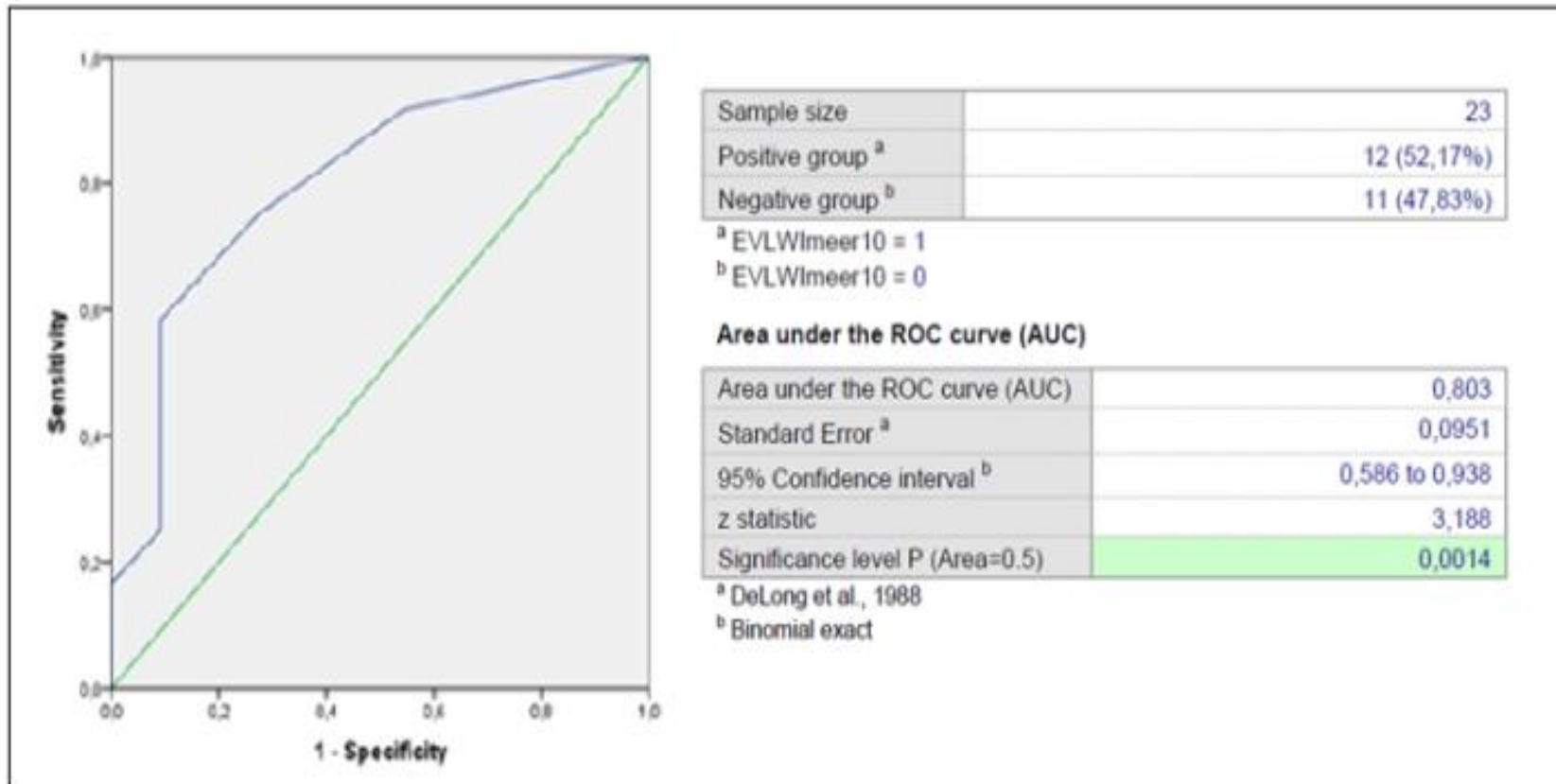


- Gemiddelde aantal b-lijnen wanneer het EVLWI <10 was 1,5
- Gemiddelde aantal b-lijnen wanneer het EVLWI >10 was 5,3

$$P = 0,013$$

Resultaten (3)

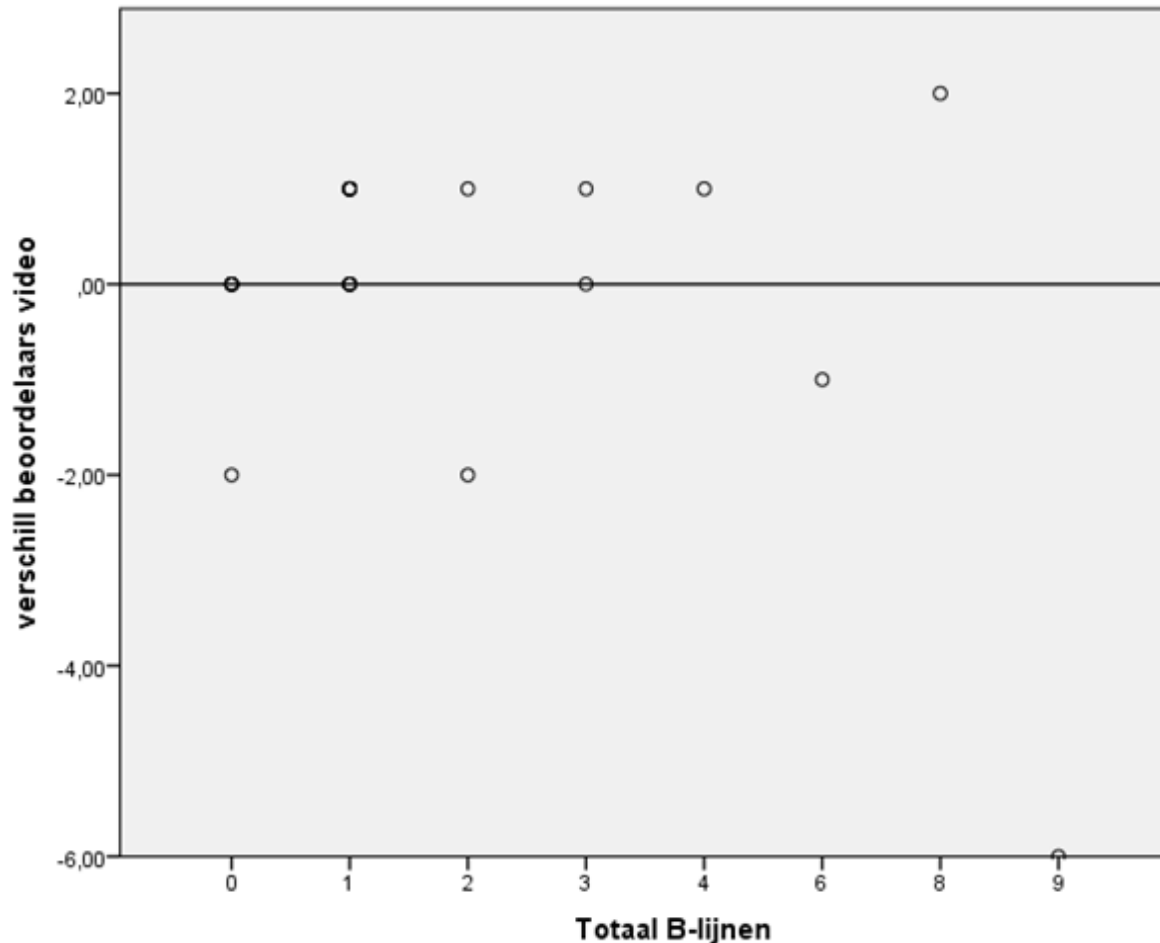
>3 b-lijnen als ideaal afkappunt voor het voorspellen van een EVLWI >10



Sensitiviteit = 58,1%
Specificiteit = 90,9%

Resultaten (4)

Beoordeling b-lijnen achteraf door 2 onafhankelijke beoordelaars



- De correlatie tussen het EVLWI en deze scores waren er niet

$Rho=0.125, 0.156$
 $p=0.570, 0.477$

- Onderling wel een duidelijke significante positieve correlatie

$Rho= 0.790$
 $p= 0.0001$

- De gemiddelde afwijking van elkaar betrof 0,9 b-lijnen.



Discussie

Discussie (1)

- Redelijke correlatie (ondanks enkele uitschieters)
- Algemene ICU populatie, ook niet beademende patiënten
- Eenvoudig en veel gebruikt protocol
- Hoge specificiteit voor een EVLWI >10 bij >3 b-lijnen
- Dus wel in staat om een EVLWI te voor spellen maar het sluit het niet uit
- Resultaten in vergelijking met ander onderzoek?

Evaluating Extravascular Lung Water in Sepsis: Three Lung-Ultrasound Techniques Compared against Transpulmonary Thermodilution

Pattarin Pirompanich, Dimitrios Karakitsos^{1,2,3}, Abdulrahman Alharthy², Lawrence Marshall Gillman⁴, Michael Blaivas¹, Brian M. Buchanan⁵, Peter G. Brindley⁵, Anan Wattanathum⁶

Department of Medicine, Division of Pulmonary and Critical Care Medicine, Faculty of Medicine, Thammasat University, Pathumthani, ⁶Department of Medicine, Phramongkutklao Hospital, Bangkok, Thailand, ¹Department of Medicine, University of South Carolina, School of Medicine, Columbia, SC, ³Department of Critical Care Medicine, Keck Medical School, USC, CA, USA, ²Department of ICU, King Saud Medical City, Riyadh, KSA, ⁴Department of Surgery, University of Manitoba, Winnipeg, Manitoba, ⁵Department of Critical Care Medicine, University of Alberta, Alberta, Canada

Abstract

Background: Excessive extravascular lung water (EVLW) is associated with increased morbidity and mortality. We compared three lung-ultrasound (L-US) techniques against the reference-standard transpulmonary thermodilution (TPTD) technique to assess EVLW.

Materials and Methods: This was a prospective, single-blind, cross-sectional study. Forty-four septic patients were enrolled. EVLW index

(2) a scanning 8-region examination, and (3) a 4-point examination. **Results:** Eighty-nine comparisons were obtained. A statistically significant positive correlation was found between L-US TBS and an EVLW index ≥ 10 mL/kg ($r = 0.668$, $P < 0.001$). The 28-zone protocol score ≥ 39 has a sensitivity of 81.6% and a specificity of 76.5% to define EVLW index ≥ 10 mL/kg. In contrast, the positive 4-point examination and scanning 8-regions showed low sensitivity (23.7% and 50.0%, respectively) but high specificity (96.1% and 88.2%, respectively). Ten patients with a total of 21 comparisons met criteria for acute respiratory distress syndrome (ARDS). In this subgroup, only the TBS had statistically significant positive correlation to EVLW ($r = 0.488$, $P = 0.025$). **Conclusion:** L-US is feasible in patients with severe sepsis. In addition, L-US 28-zone

was more accurate than the 4- and 8-zone protocols. These findings may prevent clinicians from reaching premature conclusions. N11419081. Registered 4 February 2015 retrospectively.

EVLWI vs B-lijnen (4-zone-protocol)
 $R = 0,558$, $p < 0,001$

protocols may prevent
N11419081. Registered

Keywords: Acute interstitial syndrome, B-lines, extravascular lung water, lung ultrasound, transpulmonary thermodilution



Beperkingen

- Kleine steekproef
- Geen subgroep analyses
- Grote groep mannen
- 1 Scoring systeem en 1 protocol getest
- Niet elke potentiële kandidaat werd geïnccludeerd
- Geen mogelijkheden voor een 2e beoordelaar realtime
- Achteraf beoordeling, scandiepte en ...



Conclusie

Conclusie

- Significante correlatie tussen de hoogte van het EVLWI en het aantal b-lijnen
- Meer dan 3 b-lijnen in staat om een EVLWI van meer dan 10 aan te tonen, echter uitsluiten doet het niet
- Longechografie biedt mogelijkheden maar kan het bepalen van EVLWI middels TPTD 'nog' niet vervangen.



Aanbevelingen

Aanbevelingen (1)

- Groter onderzoek
- Verschillende protocollen en scoringsystemen testen
- Subgroep analyses



Literatuurlijst

Literatuurlijst (1)

- Monnet, X., & Teboul, J. (2017). Transpulmonary thermodilution: advantages and limits. *Critical Care*, 21(1).
- Jozwiak, M., Teboul, J.-L., & Monnet, X. (2015). Extravascular lung water in critical care: recent advances and clinical applications. *Annals of Intensive Care*, 5(1).
- Sakka, S. G., Klein, M., Reinhart, K., & Meier-Hellmann, A. (2002). Prognostic Value of Extravascular Lung Water in Critically Ill Patients. *Chest*, 122(6), 2080–2086.
- Tagami, T., Kushimoto, S., Yamamoto, Y., Atsumi, T., Tosa, R., Matsuda, K., . . . Yokota, H. (2010). Validation of extravascular lung water measurement by single transpulmonary thermodilution: human autopsy study. *Critical Care*, 14(5), 162.
- Jozwiak, M., Silva, S., Persichini, R., Anguel, N., Osman, D., Richard, C., ... Monnet, X. (2013). Extravascular lung water is an independent prognostic factor in patients with acute respiratory distress syndrome*. *Critical Care Medicine*, 41(2), 472–480.
- Lichtenstein, D. A. (2015a). BLUE-Protocol and FALLS-Protocol. *Chest*, 147(6), 1659–1670.
- Volpicelli, G., Elbarbary, M., Blaivas, M., Lichtenstein, D. A., Mathis, G., Kirkpatrick, A. W., . . . Petrovic, T. (2012). International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Medicine*, 38(4), 577–591.
- Agricola, E., Bove, T., Oppizzi, M., Marino, G., Zangrillo, A., Margonato, A., & Picano, E. (2005). “Ultrasound Comet-Tail Images”: A Marker Of Pulmonary Edema. *Chest*, 127(5), 1690–1695. <https://doi.org/10.1378/chest.127.5.1690>
- Volpicelli, G., Skurzak, S., Boero, E., Carpinteri, G., Tengattini, M., Stefanone, V., ... Frascisco, M. F. (2014). Lung Ultrasound Predicts Well Extravascular Lung Water but Is of Limited Usefulness in the Prediction of Wedge Pressure. *Anesthesiology*, 121(2), 320–327. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000000300>
- Anile, A., Russo, J., Castiglione, G., & Volpicelli, G. (2017). A simplified lung ultrasound approach to detect increased extravascular lung water in critically ill patients. *Critical Ultrasound Journal*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/s13089-017-0068-x>



Literatuurlijst (2)

- 16. Enghard, P., Rademacher, S., Nee, J., Hasper, D., Engert, U., Jörres, A., & Kruse, J. M. (2015). Simplified lung ultrasound protocol shows excellent prediction of extravascular lung water in ventilated intensive care patients. *Critical Care*, 19(1), 36. <https://doi.org/10.1186/s13054-015-0756-5>
- 17. Bataille, B., Rao, G., Cocquet, P., Mora, M., Masson, B., Ginot, J., . . . Moussot, P. (2014). Accuracy of ultrasound B-lines score and E/Ea ratio to estimate extravascular lung water and its variations in patients with acute respiratory distress syndrome. *Journal of Clinical Monitoring and Computing*, 29(1), 169–176. <https://doi.org/10.1007/s10877-014-9582-6>
- 18. Wattanathum, A., Pirompanich, P., Karakitsos, D., Alharthy, A., Gillman, L., Blaivas, M., . . . Brindley, P. (2018). Evaluating extravascular lung water in sepsis: Three lung-ultrasound techniques compared against transpulmonary thermodilution. *Indian Journal of Critical Care Medicine*, 22(9), 650. https://doi.org/10.4103/ijccm.ijccm_256_18
- Huber, W., Gruber, A., Eckmann, M., Elkmann, F., Klein, I., Lahmer, T., ... Herner, A. (2017). Comparison of pulmonary vascular permeability index PVPI and global ejection fraction GEF derived from jugular and femoral indicator injection using the PiCCO-2 device: A prospective observational study. *PLOS ONE*, 12(10), e0178372.





Rol van de Circulation practitioner

Rol van de Circulation practitioner (1)

Deskundigheids- bevordering

- Scholing
- Bedside teaching
- Coaching
- Vaardigheidstrainingen
- Eigen ontwikkeling

Expert

- Betrokken bij de behandeling
- Controlerende / evaluerende functie
- Vraagbaak / adviesrol
- Signalerende functie (hiaten / knelpunten)
- Ook buiten de eigen afdeling

Werkgroep

- Voorzitter werkgroep
- Optimalisatie werkwijze

Rol van de Circulation practitioner (1)

Onderzoek

- Initiëren onderzoek
- Meewerken ander onderzoek

Innovatie

- Updaten protocollen en richtlijnen (EBP)
- Innovaties volgen en implementeren
- Betrokken bij materiaalkeuze en investeringen
- Invoering echografie

Netwerk

- Contacten netwerk
- Lid vereniging
- Contacten industrie



Dankwoord

Dankwoord

- Ronald Pauw – Longarts / intensivist
- Mariëlle van der Steen – Internist / intensivist
- Anuschka Niemeijer – Statisticus

- Iepie Plagge – Afdelingsmanager ICU
- CTG (Hans, Rianne & Marian)
- Mijn omgeving (Elise in het bijzonder)



Vragen?

