

Statusartikel

Ugeskr Læger 2023;185:V02230130

Fokuseret hjerteultral lyd i akutmedicin

Michael Dan Arvig^{1, 2, 3}, Jesper Bo Weile^{4, 5}, Mats Lindberg⁶, Jesper Wamberg⁷ & Stefan Posth^{8, 9}

1) Akutafdelingen, Slagelse Hospital, 2) Institut for Klinisk Medicin, Københavns Universitet, 3) Institut for Regional Sundhedsforskning, Syddansk Universitet, 4) Center for Akutforskning, Klinisk Institut, Aarhus Universitet, 5) Akutafdelingen, Regionshospitalet Horsens, 6) Fælles Akut Modtagelse, Sygehus Sønderjylland, 7) Akutmodtagelsen, Københavns Universitetshospital – Herlev og Gentofte Hospital, 8) Fælles Akut Modtagelse, Odense Universitetshospital, 9) Klinisk Institut, Syddansk Universitet

Ugeskr Læger 2023;185:V02230130

Point of care-UL (PoCUS) vinder stigende udbredelse i Danmark inden for flere specialer. Efter etableringen af akutmodtagelser og specialet i akutmedicin er PoCUS blevet en integreret undersøgelsesmodalitet sammen med den objektive undersøgelse ved vurderingen af den akutte patient [1].

HOVEDBUDSKABER

- Fokuseret hjerte-UL (FoCUS) lægger vægt på UL-fundenes betydning for den akutte fase og integreres sammen med den øvrige klinik.
- FoCUS er nu en del af den initiale udredning på de fleste akutmodtagelser i Danmark.
- FoCUS kan anvendes som et beslutningsværktøj ved en række kardiologiske tilstande allerede ved ankomst.

PoCUS er kendetegnet ved at foregå der, hvor patienten befinder sig, og UL-fundene tolkes altid i den aktuelle kliniske situation sammen med symptomer, den objektive undersøgelse og øvrige parakliniske fund til et samlet klinisk billede [2]. UL-fundene må aldrig stå alene. Ydermere er undersøgelsen fokuseret, hvorved forstås, at undersøgelsens formål er at besvare prædefinerede, akut klinisk relevante ja/nej-spørgsmål, frem for at der måles kvantitative UL-parametre. PoCUS er således i billedkvalitet og omfang inferior i forhold til en konventionel UL-undersøgelse som f.eks. ekkokardiografi. Til gengæld er PoCUS let tilgængelig og kan gentages ved behov på alle tider af døgnet [3].

Ekkokardiografi er en komplet og standardiseret undersøgelse af hjertet, der giver detaljeret viden om hjertets funktion og morfologi og foretages af en kardiolog [4]. I lyset af behovet for at kunne foretage fokuseret UL af hjertet, er der udviklet talrige forskelligartede protokoller til at skanne hjertet problemorienteret, f.eks. focus assessed transthoracic echocardiography (FATE) [5], bedside limited echocardiography by the emergency physician (BLEEP) [6] og bedside echocardiographic assessment for trauma/critical care (BEAT) [7]. I 2014 blev der udfærdiget et konsensusdokument, hvor man enedes om navnet fokuseret hjerte-UL (FoCUS, focused cardiac ultrasound) samt om formålet med og indholdet af denne undersøgelse [8]. På denne baggrund har Dansk Selskab for Akutmedicin, Dansk Cardiologisk Selskab og Dansk Selskab for Anæstesiologi og Intensiv Medicin forfattet et fælles holdningspapir om brugen af hjerte-UL på akutmodtagelserne [9].

FoCUS udgør sammen med den fokuserede UL-undersøgelse af underekstremiteterne for dyb venetrombose, lunge-UL samt abdominal og muskuloskeletal UL et obligat element i den akutmedicinske specialelægeuddannelse. Alle hoveduddannelseslæger skal certificeres i PoCUS gennem teoretisk e-læring, et

todayes praktisk kursus, ved at foretage mindst 25 superviserede skanninger per protokol og bestå en praktisk prøve for at få godkendt deres uddannelseselement.

Formålet med denne artikel er at beskrive indikation, udførelse og tolkning af FoCUS inden for akutmedicin og bibringe en forståelse af, hvorledes denne adskiller sig fra en komplet standardiseret ekkokardiografi.

FORBEREDELSE

Indikation

FoCUS udføres i tillæg til den øvrige diagnostik hos den akutte patient med kardielle eller pulmonale symptomer f.eks. åndenød, synkope og brystmerter, ved mistanke om væskeubalance og ved en række andre tilstande som f.eks. shock, traume eller hjertestop. FoCUS bør i reglen kobles med en fokuseret lunge-UL, for at man kan identificere patologi, der kan have det samme symptombillede, eller som kan påvirke både hjertet og lungerne [10].

Probe

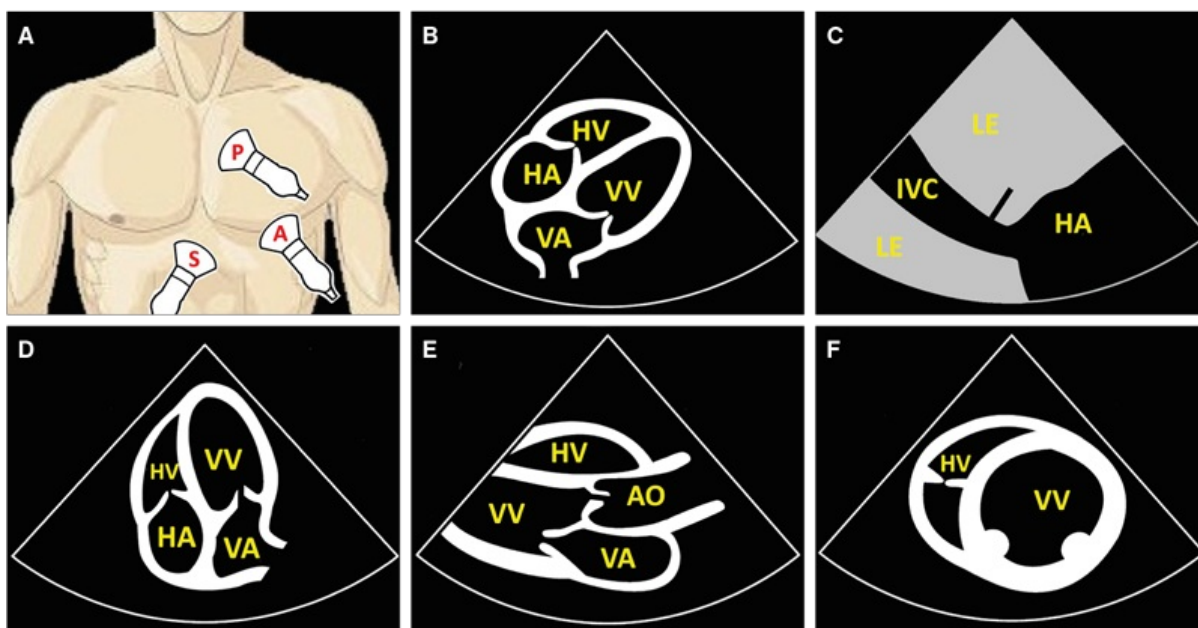
Til FoCUS bør man benytte den specifikke hjerteprobe (sektorprobe, phased array-proben), der er optimeret til skanning af hjertet.

Skanningsprotokol

Ved FoCUS bør hjertets strukturer optimalt visualiseres i to eller flere planer for at kunne be- eller afkræfte en given tilstand. Dette vil dog ikke altid være opnåeligt i den akutte situation. Som minimum forsøges at opnå følgende fem standardiserede projektioner ved at placere proben tre steder på thorax (**Figur 1A**): subxifoidt firekammerbillede (S4C) (**Figur 1B**), subxifoidt vena cava inferior-billede (SIVC) (**Figur 1C**), apikalt firekammerbillede (A4C) (**Figur 1D**), parasternalt længdesnitsbillede (PLAX) (**Figur 1E**) og parasternalt tværsnitsbillede (PSAX) (**Figur 1F**).

FIGUR 1 Skanningsprojektioner og standardprojektioner ved fokuseret hjerte-UL.

A. Skanningsprojektioner: apikalt firekammerbillede (A), parasternalt længde- og tværsnitsbillede (P) og subxifoidt firekammerbillede (S). **B.** Subxifoidt firekammerbillede. **C.** Subxifoidt vena cava inferior-billede. **D.** Apikalt firekammerbillede. **E.** Parasternalt længdesnitsbillede. **F.** Parasternalt tværsnitsbillede.



AO = aorta; HA = højre atrium; HV = højre ventrikel; IVC = vena cava inferior; LE = lever; VA = venstre atrium; VV = venstre ventrikel.

Lejring

Den optimale lejring af patienten er rygleje ved S4C og S1VC og venstre sideleje ved A4C, PLAX og PSAX. I en akut situation er det ofte ikke muligt at lejre patienten optimalt. I så fald foretages alle projektioner typisk i rygleje, hvor patienten ligger eller halvssider.

PATOLOGISKE FUND OG TOLKNING

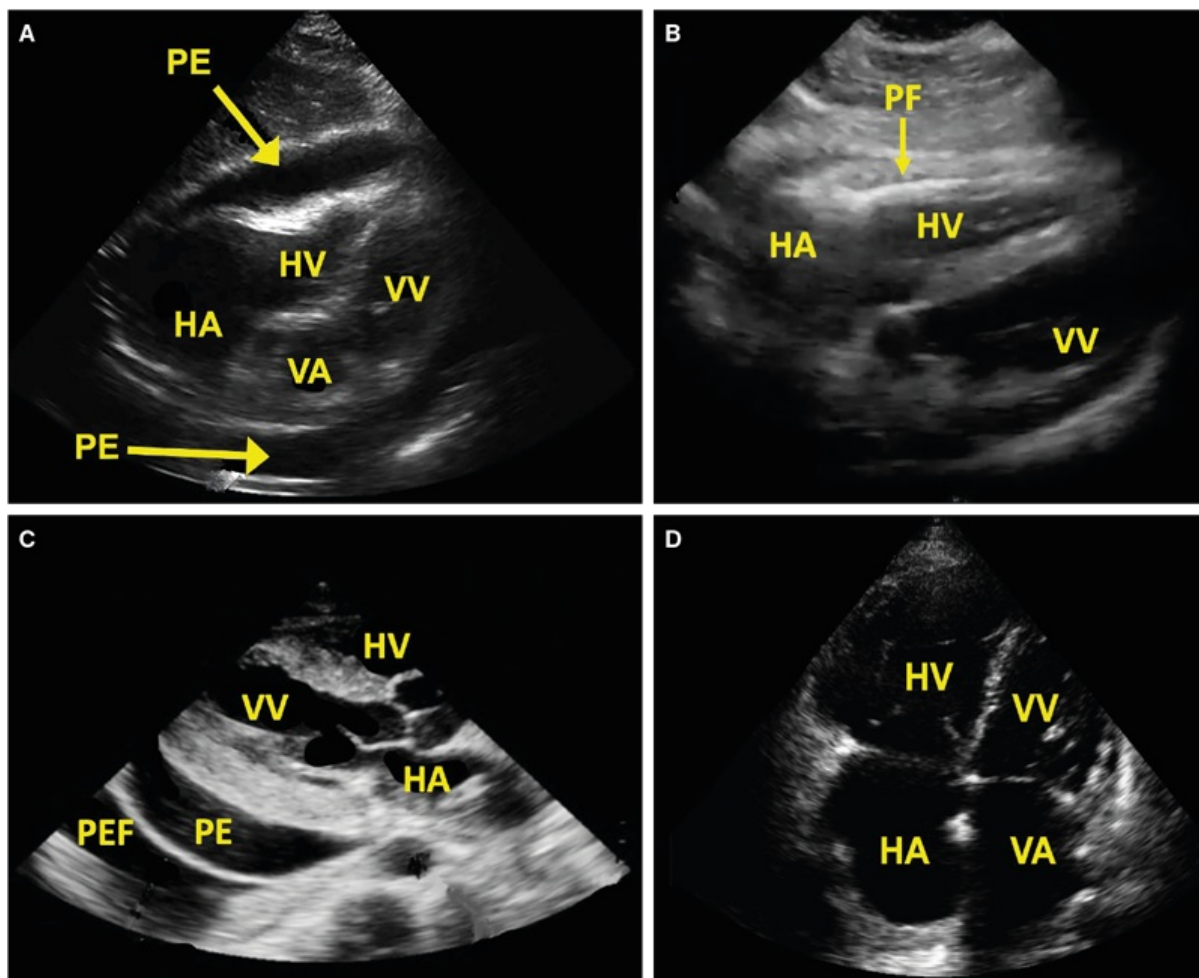
FoCUS er problemorienteret, og ved undersøgelsen forsøger man at besvare følgende ja/nej-spørgsmål: Er der tegn på perikardieffusion? Er der tegn på højresidig belastning? Er der tegn på påvirket venstresidig pumpefunktion? Er der tegn på abnorm IVC?

Er der tegn på perikardieffusion?

En perikardieffusion er en øget mængde væske eller blod i hjertesækken, hvilket på UL vil fremstå som en sort (anekkoisk) bræmme (Figur 2A). Perikardieffusion kan opstå i forbindelse med en række tilstande, f.eks. cancer, infektion og traume, og kan være af både akut og kronisk karakter [11]. Det er ikke mængden af perikardievæske, der er afgørende for hjertets pumpeevne, men derimod hastigheden, hvormed væsken er dannet, samt patientens øvrige hæmodynamiske tilstand og habituelle hjertefunktion. Ved FoCUS kan perikardieffusion påvises med høj præcision [12], men det ligger uden for FoCUS' område at kvantificere den hæmodynamiske påvirkning rent ultrasonisk. I den akutte situation vil en påvist perikardieffusion derfor som regel altid skulle følges op af en kardiologisk vurdering med ekkokardiografi. Hvis patienten er hæmodynamisk

ustabil, er en påvist perikardieffusion ensbetydende med, at patienten har hjertetamponade, og patienten skal konfereres akut mhp. periokardiocentese.

FIGUR 2 Patologiske fund ved fokuseret hjerte-UL. **A.** Perikardieffusion i subxifoidt firekammerbillede. **B.** Perikardielt fedtvæv i subxifoidt firekammerbillede. **C.** Perikardieffusion og pleuraeffusion i parasternalt længdesnitbillede. **D.** Forstørret højre ventrikel i apikalt firekammerbillede.



HA = højre atrium; HV = højre ventrikel; PE = perikardieffusion; PEF = pleuraeffusion; PF = perikardielt fedtvæv; VA = venstre atrium; VV = venstre ventrikel.

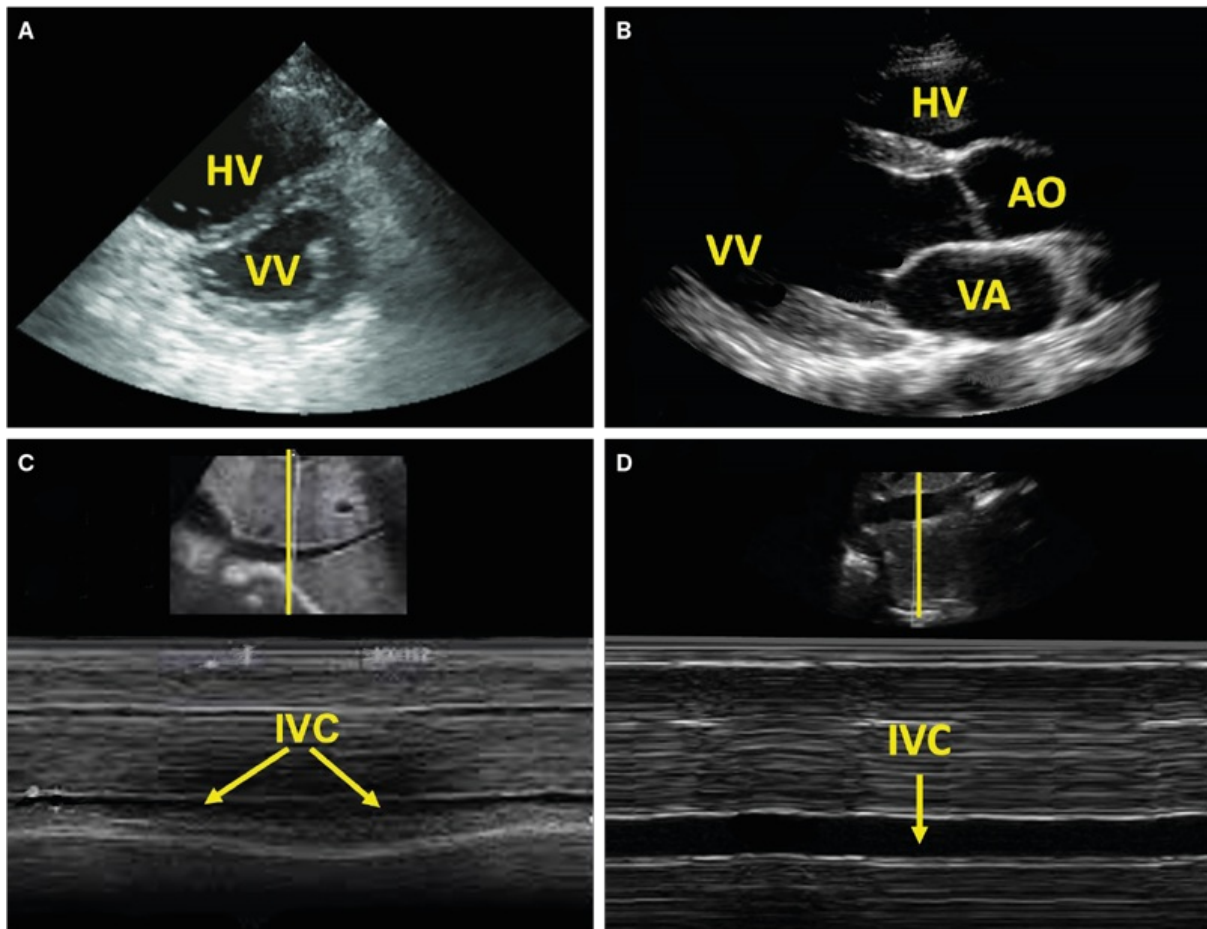
Der er flere potentielle faldgruber ved vurdering af, om der foreligger perikardieffusion. Hyppigst er perikardielt fedtvæv (Figur 2B), hvor der kan ses grålige strukturer i hjertesækken, der bevæger sig med hjertets kontraktioner. Derudover kan en venstresidig pleuraeffusion fejlforklaret som en perikardieffusion, men som regel kan patofysiologien afklares ud fra PLAX-projektionen (Figur 2C).

Er der tegn på højresidig belastning?

Højresidig belastning er udtryk for påvirkning af højre ventrikels funktion og kan ses ved lungeemboli og en række kroniske tilstande, herunder kronisk obstruktiv lungesygdom, venstresidig hjertesygdom og hjerteklapsygdom [13]. Højresidig belastning vurderes ved en visuel bedømmelse af højre ventrikels størrelse i forhold til den venstre i A4C (Figur 2D) [14]. Hvis højre ventrikel er lige så stor eller større end den venstre,

vurderes den at være forstørret. Herudover vurderes venstre ventrikel, der pga. trykket fra den højre ventrikel kan antage D-konfiguration i PSAX-projektionen (Figur 3A).

FIGUR 3 Patologiske fund ved fokuseret hjerte-UL. **A.** D-form af venstre ventrikel i parasternalt tværsnitbillede. **B.** Dilateret venstre ventrikel med tegn på nedsat kontraktilitet i parasternalt længdesnitbillede. **C.** Smal vena cava inferior med stor variation i diameteren i subxifoidt vena cava inferior-billede i B-mode (øverst) og M-mode (nederst). **D.** Stor vena cava inferior uden variation i diameteren i subxifoidt vena cava inferior-billede i B-mode (øverst) og M-mode (nederst).



AO = aorta; HV = højre ventrikel; IVC = vena cava inferior; VA = venstre atrium; VV = venstre ventrikel.

Ved FoCUS kan man ikke afgøre, om en forstørret højresidig ventrikel er akut eller kronisk. En dilateret højre ventrikel hos en akut påvirket patient uden kendt lunge- eller hjerteklapsygdom kan være tegn på lungeemboli [15]. Omvendt vil en dilateret højre ventrikel hos en ikkeakut påvirket patient med kendt lunge- eller hjertesygdom typisk tolkes som forårsaget af kronisk trykøgning i det pulmonale kredsløb [16].

Er der tegn på påvirket venstresidig pumpefunktion?

Den venstresidige pumpefunktion vurderes som værende normal, nedsat (i let, moderat eller svær grad) eller hyperdynamisk. Påvirket venstresidig pumpefunktion kan ses ved f.eks. hjertesvigt, hvor den typisk vil være nedsat, eller ved hypovolæmisk shock, hvor den kan være hyperdynamisk. Ved FoCUS vurderes pumpefunktionen ved eyeballing baseret på en række pejlemærker, f.eks. bevægeligheden af mitralklappens anteriore flig, ensartet sammentrækning af venstre ventrikel og myokardiets fortykkelse under

sammentrækningen (Figur 3B) [17, 18]. Fund af påvirket pumpefunktion og dennes betydning i akutfasen vurderes sammen med andre UL-fund og objektive fund til et samlet klinisk billede. F.eks. tyder nedsat hjertepumpefunktion ved FoCUS i kombination med multiple bilaterale B-linjer ved lunge-UL på hjertesvigt med lungestase eller lungeødem.

Er der tegn på abnorm vena cava inferior?

IVC er en dynamisk struktur, der normalt ændrer diameter i takt med respirationen. Opmåling af IVC's diameter ved eksspiration og inspiration har været tilskrevet stor betydning bl.a., at man vha. den skulle kunne vurdere hydreringsgrad, forudse væskerrespons og diagnosticere akut hjertesvigt, men evidensen er modstridende [19-22]. I akutmedicinsk setting anvendes en visuel bedømmelse af IVC i dens yderpunkter under in- og eksspiration: En IVC, der er helt eller næsten sammenklappet, kan tyde på, at patienten har brug for mere intravaskulært volumen (Figur 3C) [23], hvorimod en IVC med stor diameter og uden eller med minimalt kollaps kan tyde på forhøjet tryk i højre side af kredsløbet, som det f.eks. kan ses ved lungeemboli og hjertetamponade eller som tegn på, at patienten er overhydreret (Figur 3D) [15]. I alle tilfælde skal de ultrasoniske fund holdes op mod patientens hæmodynamiske status og øvrig klinik herunder andre UL-fund på især hjertet og lungerne.

FORDELE OG BEGRÆNSNINGER

Det er vigtigt at kende forskellen på en FoCUS og en ekkokardiografi, så den rette modalitet anvendes i den rette kontekst. FoCUS giver akutmedicineren muligheden for at hurtigt identificere visse akutte kardiologiske tilstande og iværksætte akutte tiltag f.eks. behandling af lungeødem/-stase, væskebehandling og videreudredning for lungeemboli, men det er samtidigt vigtigt at erindre undersøgelsens begrænsninger. FoCUS ændrer ikke ved indikationen for en ekkokardiografi. Ekkokardiografien har sin styrke i både at kunne besvare de akutte, fokuserede kliniske spørgsmål og de komplekse spørgsmål om hjertets kamre, klapper og store kar, som ligger ud over, hvad der kan detekteres ved FoCUS.

Om end FoCUS kan forekomme simpel i forhold til ekkokardiografi, og flere studier har vist, at de rent ultrasoniske fund er relativt nemme at detektere [12, 24, 25], skal man ikke underkende, at fortolkningen, hvor UL-fundene skal integreres sammen med de øvrige fund til en samlet vurdering, kan være udfordrende og kræve klinisk erfaring.

DOKUMENTATION

FoCUS skal altid dokumenteres i journalen. Det gælder både de konkrete UL-fund og tolkningen af disse i relation til patientens aktuelle kliniske situation [26]. I **Tabel 1** er der angivet et forslag til dokumentationskravene til FoCUS foretaget i en akutmodtagelse. Derudover bør UL-billederne og -videoerne kunne lagres i et elektronisk arkiv, så de kan anvendes som yderligere dokumentation, understøtte klinikerens ved samråd med andre specialer, anvendes af kardiologen samt bruges til kvalitetssikring, audit og undervisning. Indtil videre foreligger der ikke et juridisk bindende krav om lagring af UL-billeder og -videoer. Det påhviler sygehusledelsen eller afdelingsledelsen at træffe beslutning herom. Dokumentation og lagring må dog aldrig forsinke den akutte behandling.

TABEL 1 Forslag til dokumentationskrav for en fokuseret hjerte-UL-skanning foretaget i en akutmodtagelse.

Forslag	Beskrivelse
Undersøgelsestype	FoCUS
Skanningsprojektioner	S4C, SIVC, A4C, PLAX, PSAX
Indblik	Godt/moderat/dårligt
Perikardieeffusion	Ja/nej
Højresidig belastning	Ja/nej
Venstresidig pumpefunktion	Normal/nedsat: let, moderat, svært/hyperdynamisk
IVC	Stor/lille, kollapsibilitet: fuldstændig, delvis, ingen
Anden patologi	F.eks. venstre ventrikel-hypertrofi, trombe, store atrier
Fortolkning	UL-fundene sammenholdes med patientens øvrige fund til en samlet vurdering

A4C = apikalt 4-kammerbillede; FoCUS = fokuseret hjerte-UL; IVC = vena cava inferior; PLAX = parasternalt længdesnitbillede; PSAX = parasternalt tværsnitbillede; S4C = subxifoidt 4-kammerbillede; SIVC = subxifoidt IVC-billede.

KONKLUSION

FoCUS er en fokuseret point of care-UL-undersøgelse af hjertet og anvendes under og sideløbende med den øvrige initiale diagnostik af den akutte patient, der henvender sig med symptomer, der giver mistanke om kardiopulmonal lidelse. FoCUS kan ikke erstatte en akut ekkokardiografi, og det er altid vigtigt at konferere med en kardiolog ved tvivl. FoCUS muliggør, at patienterne kan udredes hurtigere, og akutte behandlingstiltag kan iværksættes, uden at man nødvendigvis skal afvente resultaterne fra en ekkokardiografi eller overflytning til en kardiologisk specialafdeling.

Korrespondance Michael Dan Arvig. E-mail: doktorarvig@gmail.com

Antaget 25. april 2023

Publiceret på ugeskriftet.dk 19. juni 2023

Interessekonflikter Der er anført potentielle interessekonflikter. Forfatternes ICMJE-formularer er tilgængelige sammen med artiklen på ugeskriftet.dk

Artikelreference Ugeskr Læger 2023;185:V02230130

SUMMARY

Focused cardiac ultrasound in emergency medicine

Michael Dan Arvig, Jesper Bo Weile, Mats Lindberg, Jesper Wamberg & Stefan Posth

Ugeskr Læger 2023;185:V02230130

Focused cardiac ultrasound (FoCUS) is a point-of-care cardiac examination performed and interpreted by the emergency physician in the clinical context. This review summarises the current knowledge of FoCUS. The objective is to answer four predefined clinical questions: Are there any signs of pericardial effusion? Are there

any signs of right ventricular dilatation? Are there any signs of reduced or hyperdynamic left ventricular function? Are there any signs of abnormal inferior vena cava? FoCUS is not a replacement for echocardiography but a useful tool in detecting cardiopulmonary pathology and haemodynamic abnormalities in the emergency setting.

REFERENCER

1. Målbeskrivelse for akutmedicin. Dansk Selskab for Akutmedicin (DASEM), 2022. <https://dasem.dk/wp-content/uploads/2022/07/Maalbeskrivelse-for-Akutmedicin-februar-2022.pdf> (2. jan 2023).
2. Arvig MD, Laursen CB, Weile JB et al. Point of care-UL-skanning i danske akutafdelinger. *Ugeskr Læger*. 2021;183:V12200906.
3. Weile J, Brix J, Moellekaer AB. Is point-of-care ultrasound disruptive innovation? *Crit Ultrasound J*. 2018;10(1):25.
4. Feigenbaum H. Evolution of echocardiography. *Circulation*. 1996;93(7):1321-7.
5. Jensen MB, Sloth E, Larsen KM et al. Transthoracic echocardiography for cardiopulmonary monitoring in intensive care. *Eur J Anaesthesiol*. 2004;21(9):700-7.
6. Pershad J, Myers S, Plouman C et al. Bedside limited echocardiography by the emergency physician is accurate during evaluation of the critically ill patient. *Pediatrics*. 2004;114(6):e667-671.
7. Gunst M, Sperry J, Ghaemmaghami V et al. Bedside echocardiographic assessment for trauma/critical care: the BEAT exam. *J Am Coll Surg*. 2008;207(3):e1-3. doi:10.1016/j.jamcollsurg.2008.05.027.
8. Via G, Hussain A, Wells M et al. International evidence-based recommendations for focused cardiac ultrasound. *J Am Soc Echocardiogr*. 2014;27(7):683.e1-683.e33. doi:10.1016/j.echo.2014.05.001.
9. Akut fokuseret ultralydsundersøgelse af hjertet versus ekkokardiografi. Dansk Selskab for Akutmedicin (DASEM), Dansk Cardiologisk Selskab (DCS) og Dansk Selskab for Anæstesiologi og Intensiv Medicin (DASAIM), 2016. <https://dasem.dk/wp-content/uploads/2022/07/DASEM-DCS-DASAIM-Akut-fokuseret-hjerteeultral lyd-versus-ekkokardiografi.pdf> (2. jan 2023).
10. Falster C, Jacobsen N, Panou V et al. Fokuseret lungeultral ydskanning. *Ugeskr Læger*. 2022;184:V08220488.
11. Alerhand S, Adrian RJ, Long B et al. Pericardial tamponade: a comprehensive emergency medicine and echocardiography review. *Am J Emerg Med*. 2022;58:159-174. doi:10.1016/j.ajem.2022.05.001. Epub 2022 May 6. PMID: 35696801.
12. Mandavia DP, Hoffner RJ, Mahaney K et al. Bedside echocardiography by emergency physicians. *Ann Emerg Med*. 2001t;38(4):377-82. doi:10.1067/mem.2001.118224. PMID: 11574793.
13. Sanz J, Sánchez-Quintana D, Bossone E et al. Anatomy, function, and dysfunction of the right ventricle: JACC state-of-the-art review. *J Am Coll Cardiol*. 2019;73(12):1463-1482. doi:10.1016/j.jacc.2018.12.076. PMID: 30922478.
14. Frederiksen CA, Juhl-Olsen P, Andersen NH et al. Assessment of cardiac pathology by point-of-care ultrasonography performed by a novice examiner is comparable to the gold standard. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2013;21:87. doi:10.1186/1757-7241-21-87.
15. Falster C, Jacobsen N, Coman KE et al. Diagnostic accuracy of focused deep venous, lung, cardiac and multiorgan ultrasound in suspected pulmonary embolism: a systematic review and meta-analysis. *Thorax*. 2022;77(7):679-689. doi:10.1136/thoraxjnl-2021-216838.
16. Naeije R, Manes A. The right ventricle in pulmonary arterial hypertension. *Eur Respir Rev*. 2014;23(134):476-87. doi:10.1183/09059180.00007414.
17. Bustam A, Azhar MN, Veriah RS et al. Performance of emergency physicians in point-of-care echocardiography following limited training. *Emerg Med J*. 2014;31(5):369-73. doi:10.1136/emermed-2012-201789.
18. Ünlüer EE, Karagöz A, Akoğlu H et al. Visual estimation of bedside echocardiographic ejection fraction by emergency physicians. *West J Emerg Med*. 2014;15(2):221-6. doi:10.5811/westjem.2013.9.16185.
19. Pellicori P, Platz E, Dauw J et al. Ultrasound imaging of congestion in heart failure: examinations beyond the heart. *Eur J Heart Fail*. 2021;23(5):703-712. doi:10.1002/ejhf.2032.
20. Filho DGX, Coutinho ALN, Barbosa RH de A et al. Inferior vena cava ultrasound for assessing volume status and fluid responsiveness in critically ill patients: a systematic review. *Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc*. 2021;34(3):eabc193.
21. Lee CWC, Kory PD, Arntfield RT. Development of a fluid resuscitation protocol using inferior vena cava and lung ultrasound. *J*

- Crit Care. 2016;31(1):96-100. doi:10.1016/j.jcrc.2015.09.016.
22. Orso D, Paoli I, Piani T et al. Accuracy of ultrasonographic measurements of inferior vena cava to determine fluid responsiveness: a systematic review and meta-analysis. *J Intensive Care Med.* 2020;35(4):354-363. doi:10.1177/0885066617752308.
 23. Furtado S, Reis L. Inferior vena cava evaluation in fluid therapy decision making in intensive care: practical implications. *Rev Bras Ter Intensiva.* 2019;31(2):240-247. doi:10.5935/0103-507X.20190039.
 24. Ehrman RR, Russell FM, Ansari AH et al. Can emergency physicians diagnose and correctly classify diastolic dysfunction using bedside echocardiography? *Am J Emerg Med.* 2015;33(9):1178-83. doi:10.1016/j.ajem.2015.05.013.
 25. Carrié C, Biais M, Lafitte S et al. Goal-directed ultrasound in emergency medicine: evaluation of a specific training program using an ultrasonic stethoscope. *Eur J Emerg Med.* 2015;22(6):419-25.
 26. Bekendtgørelse om autoriserede sundhedspersoners patientjournaler (journalføring, opbevaring, videregivelse, overdragelse m.v.). Sundhedsministeriet, 2021. <https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2021/1225> (2 jan 2023).