

Flaggermusen

Organ for Norsk forening for ultralyddiagnostikk



Avansert blodstrømsavbildning: Vector flow imaging

Annichen Søyland Daae

Institutt for sirkulasjon og bildediagnostikk, NTNU og Klinikk for hjertemedisin, St. Olavs hospital, Trondheim, Norge

Siden introduksjonen av farge-Doppler teknologien på 1980-tallet [1] har vi hatt muligheten til å se blodstrømmen intrakardielt i sanntid. Dopplertechnologien er et fantastisk verktøy som har gitt oss en rekke verktøy for å forstå hjertets funksjon bedre, og gitt oss muligheten til å vurdere sykdom.

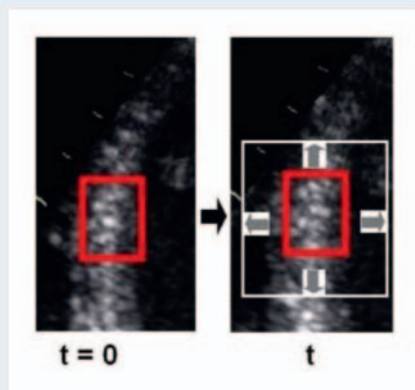
De siste årene har vi sett en rask utvikling av metoder som kan fremstille blodstrømmen intrakardielt mer nøyaktig enn det som er mulig med vanlig farge-Doppler. *Vector flow imaging (VFI)* er en samlebetegnelse på metoder som brukes til å fremstille den komplekse blodstrømmen i hjertet og blodårer (for spesielt interesserte kan oversikt-artiklene til Jensen et al. anbefales [2, 3]). Med VFI kan vi fremstille de komplekse

blodstrømsmønstrene i intrakardielt, slik at normal og unormal vortexdannelse kan studeres. En vortex er en sirkulær eller elliptisk roterende masse av væske som spinner rundt et virtuelt senter. Rollen til en vortex i normal hjertefunksjon er å hindre kollisjon av blodstrøm, bevare et moment og bevegelsesenergi (kinetisk energi) og dermed unngå overflødig energitap. Det forskes i dag på ulike parametere knyttet til vortexdannelse intrakardielt, blant annet størrelse, utbredelse, energitap, kinetisk energi og vortisit. Hypotesen er at unormal vortexdannelse i ventriklene kan være en indikator på sykdom som viser seg tidligere enn konvensjonelle ekkokardiografiske funksjonsparametere.

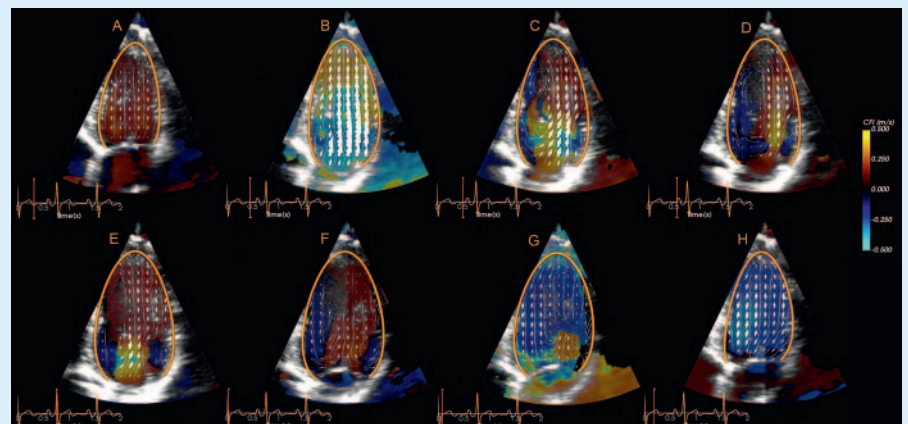
Utviklingen av ultra-rask ultralyd, også kalt *ultra-high frame rate (UHFR)*, gir oss en så god tidsoppløsning at vi kan bruke speckle tracking (► Fig. 1), en teknologi som til nå har vært brukt til å følge myokardbevegelser, til å følge blodstrømmen intraventrikulært. På NTNU i Trondheim er metoden *Blood Speckle Tracking (BST)* utviklet, og denne metoden brukes i forskning både på

barn [4–6] og voksne [7]. Her benyttes speckle tracking av blodet intraventrikulært, uten kontrast. De beregnede hastighetsfeltene kan brukes til å trekke ut kvantitativ informasjon om blodets hastighet og retning, som ikke er avhengig av Dopplervinkelen slik som i konvensjonelle Dopplermetoder. GE Vingmed har implementert en versjon av BST som de kaller *Blood Speckle Imaging (BSI)* til bruk på pediatriske prøber og øsofagusproben for å fremstille blodstrømmen visuelt.

Vi har nylig publisert resultater fra en normalstudie på voksne, friske frivillige med denne metoden [8]. Fra denne studien har vi fått en større innsikt i hvor avansert blodstrømmen intraventrikulært egentlig er, og hvordan veggbevegelser og blodstrøm henger sammen i et friskt hjerte, siden geometrien av venstre ventrikel og bevegelsen av AV-planet er viktig for vortexdannelsen. (► Fig. 2). Intrakardial blodstrøm ser ut til å starte under den isovolumetriske relaksasjonen med en propagasjon av blod fra basis til apex i ventrikkelen. Når E-bølgen starter ser vi en rask innstrømming, og vortexdannelse



► Fig. 1 Algoritmen ved speckle tracking: Et område defineres i et tidspunkt i ultralydbildet. I neste tidspunkt søker algoritmen i et søkeområde etter et område som passer med det originale området. Slik ser med forflytning mellom ulike tidspunkt. (fra: <http://folk.ntnu.no/stoylen/strainrate>).



► Fig. 2 Intraventrikulær blodstrøm og vortexdannelse med *Blood Speckle Tracking*: Stillbilder fra åtte tidspunkt i hjertesyklusen som viser de mest tydelige blodstrøm- og vortexmønstrene i de gitte fasene. A = isovolumetriske relaksasjon. B = Tidlig E-bølge. C = Sen E-bølge. D = Diastase. E = A-bølgen. F = Isovolumetriske kontraksjon. G = Tidlig systole. H = Sen systole.

SAVE
THE
DATE

Ultralydsymposium

27. - 29. april 2022
Thon Hotel Storo, Oslo



Felles- og parallelle sesjoner

- Muskelskjelett/idrettsmedisin
- Indremedisin/radiologi
- Akutt- og allmenntmedisin
- Obstetrik og gynekologi

Demonstrasjoner og praktisk trening.
Frie foredrag med priser.

Festmiddag, mingling og nettverksbygging.

Se nfud.no for påmelding og fullstendig program fra januar 2022.
Frist for søknad om stipend og innsending av abstrakt er 27. februar 2022.

på begge sider av mitralklaffen basalt. Under diastasen samler blodstrømmen seg i en stor vortex, før mønsteret fra E-bølgen gjentar seg under A-bølgen. Under isovolumetrisk kontraksjon samler blodstrømmen seg igjen i en stor vortex som ser ut til å legge til rette for blodstrøm ut gjennom aortaklaffen i systolen. Vi holder nå på å gjøre opp et pasientmateriale der samme metode er benyttet, og det vil bli spennende å se om denne metoden kan gi oss ny innsikt i blodstrømmen og vortexdannelsen hos pasienter med hjertesvikt og endret geometri på venstre ventrikkel.

References

- [1] Omoto R, Yokote Y, Takamoto S et al. The development of real-time two-dimensional Doppler echocardiography and its clinical significance in acquired valvular diseases. With special reference to the evaluation of valvular regurgitation. *Jpn Heart J* 1984; 25: 325–340
- [2] Jensen JA, Nikolov SI, Yu AC et al. Ultrasound Vector Flow Imaging-Part I: Sequential Systems. *IEEE Trans Ultrason Ferroelectr Freq Control* 2016; 63: 1704–1721
- [3] Jensen JA, Nikolov SI, Yu AC et al. Ultrasound Vector Flow Imaging-Part II: Parallel Systems. *IEEE Trans Ultrason Ferroelectr Freq Control* 2016; 63: 1722–1732
- [4] Nyernes SA, Fadnes S, Wiggen MS et al. Blood Speckle-Tracking Based on High-Frame Rate Ultrasound Imaging in Pediatric Cardiology. *J Am Soc Echocardiogr* 2020; 33: 493–503.e5
- [5] Fadnes S, Wiggen MS, Nyernes SA et al. In Vivo Intracardiac Vector Flow Imaging Using Phased Array Transducers for Pediatric Cardiology. *IEEE Trans Ultrason Ferroelectr Freq Control* 2017; 64: 1318–1326
- [6] Fadnes S, Nyernes SA, Torp H et al. Shunt flow evaluation in congenital heart disease based on two-dimensional speckle tracking. *Ultrasound in medicine & biology* 2014; 40: 2379–2391
- [7] Wiggen MS, Fadnes S, Rodriguez-Molares A et al. 4D Intracardiac Ultrasound Vector Flow Imaging – Feasibility and Comparison to Phase – Contrast MRI. *IEEE Trans Med Imaging* 2018. doi:10.1109/TMI.2018.2844552
- [8] Daae AS, Wiggen MS, Fadnes S et al. Intraventricular Vector Flow Imaging with Blood Speckle Tracking in Adults: Feasibility, Normal Physiology and Mechanisms in Healthy Volunteers. *Ultrasound in medicine & biology* 2021. doi:10.1016/j.ultrasmedbio.2021.08.021