

Fokusert ultralyd utført av sykepleiere for å kartlegge hjertesykdom. En systematisk litteraturstudie

Kristoffer Rødseth

Intensivsykepleier, Oslo universitetssykehus HF, Norge

E-post: kris.rodseth@gmail.com

Simen Alexander Steindal

Professor, sykepleier, Lovisenberg Diakonale Høgskole / Institutt for sykepleie, VID vitenskapelige høgskole, Norge

Kristin Hofso

Førsteamanuensis, Lovisenberg Diakonale Høgskole / Avdeling for Postoperativ- og Intensivsykepleie, Akuttklinikken, Oslo universitetssykehus HF, Norge

Sammendrag

Bakgrunn: Hjertesykdom medfører symptomer som kan være vanskelig å oppdage basert på kliniske undersøkelser, for både erfarne sykepleiere og leger. Fokusert ultralyd er en standardisert, men forenklet ultralydundersøkelse som raskt kan kartlegge viktige parametere knyttet til hjertesykdom. Bruk av ultralyd utført av sykepleiere blir stadig mer vanlig innen akutt- og intensivmedisin, men det mangler en systematisk litteraturstudie som undersøker sykepleieres presisjon til å utføre og tolke ultralyd for kartlegging av og behandling av hjertesykdom.

Hensikt: Hensikten med denne systematiske litteraturstudien var å sammenstille forskning som undersøkte sykepleieres evne til å utføre og tolke fokusert ultralyd knyttet til primære og sekundære tilstander av hjertesykdom.

Metode: Denne systematiske litteraturstudien ble gjennomført etter det metodiske rammerverket beskrevet av Booth og kollegaer, og ble rapportert i henhold til sjekklisten PRISMA 2020. Systematiske søk ble gjennomført 21. desember 2021 i Cinahl, Embase og Medline. Studier ble inkludert hvis de møtte følgende kriterier: 1) kvantitativ design; 2) inkluderte sykehuspasienter med alder over 18 år; 3) sykepleiere utførte eller tolket ultralyd (inkludert fokusert ekkokardiografi) i hjerteregionen; 4) data med sammenlikningsgrunnlag mellom sykepleier og ekspert; og 5) artikkel publisert på engelsk, norsk, svensk eller dansk i fagfellelvurderte tidsskrift. Studieseleksjon og dataekstraksjon ble utført individuelt av par av forfattere. Kvalitetsvurdering av primærstudier ble utført etter sjekkliste fra Joanna Briggs Institute. Resultatene ble sammenfattet i et beskrivende format.

Resultat: Totalt 12 studier ble inkludert. Presisjon av *utføring* av undersøkelsen blant sykepleierne var i 57,4–98,8 prosent mot ekspert. Presisjon av *tolkning* viste $r = 0,59–0,96$, sensitivitet 64–98 prosent, spesifisitet 51–98 prosent, positiv prediktiv verdi 74–100 prosent, og negativ prediktiv verdi 82–98 prosent mot ekspert.

Konklusjon: Sykepleiere kan tilegne seg kunnskaper til å utføre og tolke fokusert ultralyd i hjerte-regionen. Samtidig beskriver primærstudiene sprikende resultater. Sykepleieres presisjon til å utføre og tolke ultralyd avhenger av opplæring, mengdetrening, klinisk setting, omfanget av ultralydundersøkelsene og det anatomiske område i hjerteregionen som ble skannet.

Nøkkelord: *beslutningstaking; diagnostikk; hjertesykdom; sykepleiere; systematisk litteraturstudie; ultralyd*

Abstract

Use of focused cardiac ultrasound by nurses. A systematic review

Background: Heart disease causes a number of symptoms that are difficult for both experienced nurses and physicians to detect based on physical examination. Focused ultrasound is a standardized but simplified ultrasound examination that quickly can discover and provide valuable information related to heart disease. The use of ultrasound is increasing in emergency and intensive care medicine, but there is a lack of a systematic review that examines nurses' precision in performing and interpreting ultrasound, related to screening and treatment of heart disease.

Aim: The aim of this systematic review was to describe nurses' precision in performing and interpreting ultrasound related to primary and secondary conditions of heart disease.

Methods: The systematic review utilized Booth and colleagues' methodological approach and was reported according to the PRISMA 2020 checklist. Systematic searches in the databases Cinahl, Embase and Medline were conducted on 21. December, 2021. Studies were included if they had a 1) quantitative design; 2) included hospitalized patients aged 18 years or older; 3) nurses performed and/or interpreted ultrasound (and focused echocardiography) related to primary and secondary conditions of heart disease; 4) nurses performance and/or interpretation of ultrasound were compared against expert; and 5) articles written in English, Norwegian, Swedish, or Danish in peer-reviewed journals. Pairs of authors independently assessed eligibility and extracted data. Quality appraisal and risk of bias was conducted using checklists from Joanna Briggs Institute. Results were summarized in a narrative format.

Result: Twelve studies met inclusion criteria. Precision in *feasibility* resulted in 57.4–98.8 per cent against expert. Results of *interpretation* precision was $r = 0.59-0.96$, sensitivity 64–98 per cent, specificity 51–98 per cent, positive predictive value 74–100 per cent, and negative predictive value 82–98 per cent against expert.

Conclusion: Nurses can obtain knowledge to perform and interpret focused ultrasound in the cardiac region. Primary studies described varying results. Precision appears to depend on training, clinical setting, the extent of the ultrasound examinations and the anatomical area of the cardiac region.

Keywords: *decision-making; diagnostic; heart; nurses; systematic review; ultrasound*

Introduksjon

Svært mange lever med kardiovaskulær sykdom (1). Rundt 1,2 millioner nordmenn bruker legemidler til enten å behandle eller forebygge hjerte- og karsykdommer, og 100 000 lever med hjertesvikt (2). Hjertesvikt er assosiert med dårlig prognose, redusert livskvalitet og medfører store kostnader for helsevesenet (1,3). Forskning viser at hjertesviktpasienter re-innlegges i gjennomsnitt en gang per år, og har en

mortalitetsrate på 20 prosent ett år etter diagnostisering, og 53 prosent etter fem år (3). Til tross for at moderne kardiovaskulær behandling stadig er i utvikling, forventes det en økning av pasientgruppen i fremtiden på grunn av aldrende befolkning, økt populasjon og komorbideter (4).

Tidlig og korrekt diagnostisering av hjertesykdom kan bidra til at behandling iverksettes raskere og kan gi bedre prognose for pasientene (5). Likevel viser forskning at erfarne leger og sykepleiere har utfordringer med å oppdage hjertesykdom på et tidlig stadium, basert på klinisk undersøkelse og auskultasjon, da signifikante symptomer ofte utarter seg senere i forløpet (5–7). Derfor har fokusert ultralyd fått større innflytelse i flere kliniske settinger innen akutt- og intensivmedisin de siste to tiårene (7). I motsetning til ekkokardiografi er fokusert ultralyd en standardisert og forenklet ultralydundersøkelse for å oppdage patologi eksempelvis i hjertet. Verktøyet er rimelig, opplæring er målrettet og relativt enkelt med veiledning av ekspert. Videre er verktøyet ofte portabelt, kan brukes ved pasientsengen og er non-invasivt. Dette er faktorer som har medvirket til at flere yrkesgrupper (som f.eks. sykepleiere) har tatt verktøyet i bruk (7). Fokusert ultralyd kan gi økt grunnlag for diagnostisering, forklare symptomer, overvåke pasientens tilstand og støtte klinisk beslutningstaking (8).

Det er et økende antall publikasjoner som omhandler fokusert ultralyd blant sykepleiere. Tidligere litteraturstudier har beskrevet sykepleieres bruk av ultralyd i forskjellige kliniske settinger, som prehospitaltjenester, akuttmottak, hjertesykdommer i rurale strøk, og mer organspesifikke studier som væskestatus ved nyresvikt samt lungeultralyd (9–14). Disse litteraturstudiene viser at sykepleiere utfører ultralyd med moderat til høy diagnostisk nøyaktighet sammenliknet med ekspert, og at sykepleierne innhenter viktig tilleggsinformasjon til den kliniske undersøkelsen. Fremdeles mangler det en systematisk litteraturstudie som undersøker sykepleieres presisjon til å utføre og tolke ultralyd som har betydning for behandling og kartlegging av hjertesykdom. Hensikten med denne systematiske litteraturstudien var å sammenstille forskning som undersøkte sykepleieres evne til å utføre og tolke ultralyd i hjerteregionen knyttet til primære og sekundære tilstander av hjertesykdom. Studien er avgrenset til pasienter på sykehus. I denne litteraturstudien beskrives primære og sekundære ultralydundersøkelser i hjerteregionen som anbefales av European Society of Cardiology (ESC) og European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI) for å kartlegge og behandle hjertesykdom (3,5,7,8,15–18).

Metode

Design

Denne studien er gjennomført som en systematisk litteraturstudie etter rammeverket til Booth et al. (19). Rapporteringen av litteraturstudien ble guidet av the Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses (PRISMA) (20). Det er ikke publisert eller registrert en protokoll til denne litteraturstudien.

Inklusjons- og eksklusjonskriterier

Studier ble inkludert hvis de møtte følgende kriterier: 1) kvantitativ design; 2) inkluderte sykehuspasienter som var 18 år eller eldre; 3) sykepleiere utførte eller tolket ultralyd (inkludert fokusert ekkokardiografi) i hjerteregionen; 4) data med sammenlikningsgrunnlag mot ekspert; 5) artikkel publisert på engelsk, norsk, svensk eller dansk i fagfelle-vurderte tidsskrift. Studier ble ekskludert dersom: 1) publisert før 2006; 2) publisert som konferanseartikkel, konferanseabstrakter, doktorgradsavhandlinger, retningslinjer, protokoller, kommentarer, kronikker, leder, litteraturstudier, korte rapporter eller brev; 3) transøsofageal, stress- og arbeidsekkokardiografi. Studier som var publisert før 2006 ble ekskludert fordi det har kommet nyere ultralydteknologi i form av bærbare apparater og påfølgende retningslinjer for fokusert ultralyd som begynte å endre praksis fra 2006 (7).

Søkestrategi

Et systematisk litteratursøk ble utført i databasene Cinahl, Embase og Medline den 21. desember 2021. Før det systematiske søket var ferdigstilt, ble det gjort innledende søk i Google Scholar, tidsskrifter, artikler og konferanseartikler fra ESC og EACVI for å identifisere relevante søketermer. Søkestrategien ble deretter utformet ved hjelp av PICO (pasient, intervensjon, sammenlikning og utfall) skjema og testet opp mot relevante håndsoekte artikler og generatoren Medical Subject Heading (MeSh) Analyzer (21) for å finne andre relevante nøkkelord og MeSh-termer. Spesialbibliotekar bistod med prøvesøk, veiledning og kvalitetssikring av endelig søk. Søket opererte med identiske tekstord for alle databasene, dog tilpasset MeSH-termer som følger databasene. Det systematiske søket ble utført bredt, med høy sensitivitet og lav presisjon, for å sikre at alle relevante publikasjoner ble inkludert i søket (19). Boole'ske operatører, trunkeringer og nærhetsoperatører ble benyttet for å enten inkludere eller snevre inn søket. Ingen filtre ble brukt under søket. Referanselistene fra inkluderte studier ble også gjennomgått. Fullstendig søkestrategi er beskrevet i figur 1.

Studieseleksjon

Referansene fra det systematiske søket ble først overført til Endnote for å fjerne duplikater. Deretter ble referansene overført til web-verktøyet Rayyan (22) for blinding av studie-seleksjonsprosessen. To par av forfattere (KR og SAS, KR og KH) vurderte individuelt titler, abstrakter og artikler opp mot inklusjons- og eksklusjonskriteriene. Ved tvil om inklusjon, ble studier diskutert i plenum.

Kvalitetsvurdering

Den metodiske kvaliteten til de inkluderte studiene ble vurdert av førsteforfatter ved bruk av Joanna Briggs-sjekklister for følgende studiedesign «Diagnostic Test Accuracy» (23) og kohortstudie (24). Sjekklistene er tilpasset studiedesignet for å vurdere den

metodiske kvaliteten og adresserer risiko for skjevheter (bias) og styrker ved studiene (20). Ved tvil ble kvalitetsvurderingen diskutert med sisteforfatter.

Dataekstraksjon

Det ble utviklet et standardisert dataekstraksjonsskjema i tabell som inneholdt følgende informasjon: forfatter, år, land; design; hensikt; pasienter, setting; utvalg og erfaring; teoretisk og praktisk opplæring; antall bilder, ultralydapparat brukt; kontrollgruppe og referanse ultralydapparat; resultater. Førsteforfatter ekstraherte data fra de inkluderte artiklene, og dataene ble kontrollert av medforfatterne.

Datasyntese og analyse

På grunn av heterogenitet blant primærstudiene knyttet til populasjon, studiedesign, statiske metoder, ultralydundersøkelser og klinisk setting var det ikke forenelig å sammenstille resultatene i en metaanalyse (19,20). Resultatene ble sammenfattet i et beskrivende format med tabeller og figurer, for å beskrive studiekarakteristikk og for å besvare litteraturstudiens hensikt.

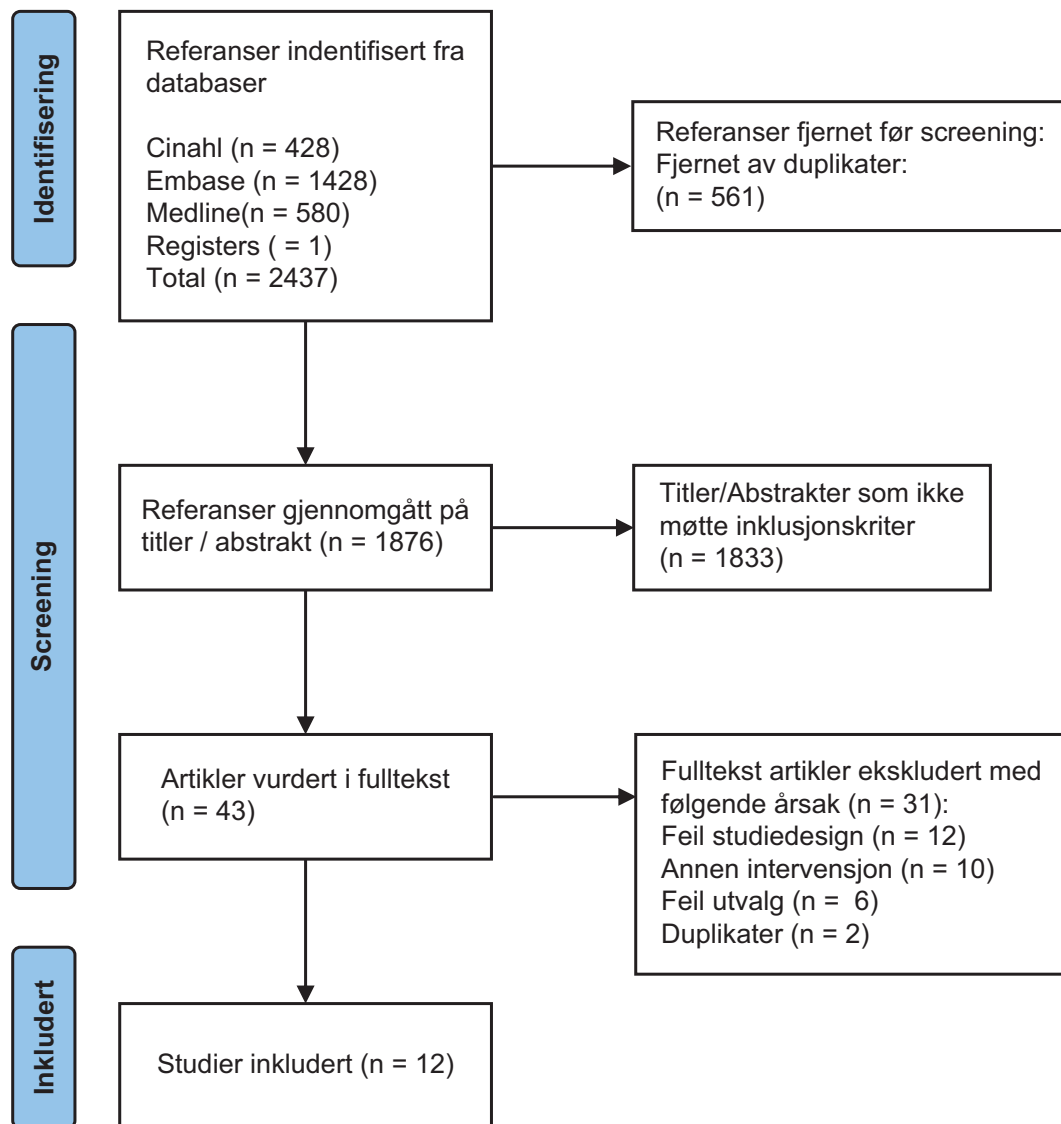
Resultater

Søkeresultater

Litteratursøket identifiserte 2 437 referanser, hvorav 561 var duplikater. Etter lesing av titler og abstrakter ble 1 833 referanser ekskludert på bakgrunn av inklusjons- og eksklusjonskriteriene. De gjenværende 43 referansene ble vurdert og lest i fulltekst. En artikkel (25) ble identifisert fra referanselisten til en av primærstudiene. Til slutt ble tolv artikler fra elleve studier inkludert i denne systematiske litteraturstudien. To artikler er fra samme studie (26,27). Årsaker til at artikler ble ekskludert er presentert i figur 1.

Studiekarakteristikk

Studiene ble publisert fra 2014 til 2021 og ble gjennomført i USA (n = 3), Norge (n = 3), Australia (n = 2), Sverige (n = 1), Italia (n = 1) og Tyrkia (n = 1). Utvalget bestod totalt av 57 sykepleiere, og 1 056 (median = 96) pasienter ble undersøkt i de inkluderte studiene. Totalt ble 1 926 ultralydbilder utført eller tolket av sykepleierne. Tre studier ble utført på akuttmodtak (25,28,29), en på postoperativ avdeling (30), seks på kardiologisk avdeling (26,27,31–34) og en på kirurgisk intensiv (35). Sykepleierne utførte og/eller tolket ultralyd av pleuravæske (n = 5), perikardvæske (n = 2), inferior vena cava (IVC) (n = 7), venstresidig hjertefunksjon (n = 4), høyresidig hjertefunksjon (n = 1) og kardial dyspné (n = 2). I åtte studier (25–30,32,34) ble det benyttet håndholdte eller kompakte ultralydsystemer. Fire studier (31,33,34,36) benyttet forenklet ekkokardiografi. To studier (31,36) var begrenset til utføring av ultralyd, en til tolkning (33), og ni (25–30,32,34,35) undersøkte begge deler. Tidsbruken varierte mellom to til



Figur 1 Flytdiagram viser utvelging og inklusjon av referanser

tretten minutter for en til tre ultralydundersøkelser. I de fire studiene (31,33,34,36) knyttet til forenklet ekkokardiografi, var tidsbruken mindre enn 30 minutter for å utføre 10–15 undersøkelser.

I fem studier (26,27,30,31,35) hadde sykepleiere spesialisering innen intensiv-, akutt- eller kardiologisk sykepleie. Yrkeserfaringen varierte fra > 4,5 til < 30 år i studiene. Opplæring inneholdt elementer av teori, praktisk trening og veiledet ultralyd av ekspert. Teoretisk opplæring varierte fra et 30 minutters informasjonsmøte til 8 timer (median = 3,5 timer). Den praktiske treningen varierte fra en halvtime til tre måneders sporadisk veiledet trening av kardiolog, hvor det ble utført 0–67 ultralydskanninger. I fire studier hadde sykepleiere tidligere erfaring med ultralyd på sitt arbeidssted (26,27,31,35). Studiekarakteristikk er beskrevet i tabell 1.

Tabell 1 Studiekarakteristikk av inkluderte studie

Forfatter, år, land	Design	Hensikt	Pasienter, setting	Utvalg og tidligere erfaring	Teoretisk og praktisk opplæring	Antall bilder, ultralyd-apparat brukt	Kontrollgruppe, referanse ultralydapparat	Resultater
Brunhoeber et al. 2018 USA	Prospektivt kvalitets-forbedringsprosjekt	Å evaluere hvor nøyaktig sykepleiere utfører og tolker ultralyd av IVC for å vurdere intravaskulær volumstatus	50 pasienter Kirurgisk intensiv avdeling	8 akutt sykepleiere med median 4,5 års erfaring fra intensivavdeling, alle hadde erfaring med ultralyd fra tidligere	Alle deltok på 30 minutter informasjonsmøte (gjennomgang av prosjektet og avklare probeplassering). 6 sykepleiere hadde uformell opplæring i ultralyd, 2 med formell opplæring i ultralyd	50 bilder, Fuji Edge Sonosite II	3 leger blindet for hverandres tolkninger og for sykepleierens Type av kontroll-apparat ikke rapportert	Nøyaktig utføring og tolkning av ultralyd sammenliknet med ekspert Tidsbruk ikke rapportert
Dalen et al. 2014 Norge	Diagnose-studie	Evaluere gjennomførbarhet og nøyaktigheten til spesialsykepleiere i å utføre og tolke ultralyd av IVC og pleuravæske for å vurdere væskestatus blant hjertesvikt-pasienter	62 pasienter med hjertesvikt Hjertesvikt klinikk	2 sykepleiere, begge med videreutdanning i intensiv og kardiologisk sykepleie Erfaring med fokusert ultralyd før studien	Praktisk trening i en måned veiledet av kardiolog. Sykepleierne utførte 15–20 undersøkelser hver, med fokus på IVC og pleurahulen	124 bilder av pleurarommet 62 av IVC Vscan 1.2 GE Ultrasound	4 kardiologer utførte samme målinger med fullverdig ekkokardiografi Vivid 7 GE Ultrasound	Viser god overenstemmelse og sammenliknbare resultater mot ekspert i utføring og tolkning av ultralyd, mer nøyaktig resultater mot ekspert i måling av pleuravæske enn av IVC Tidsbruk var median 5 minutter
De Lorenzo & Holbrook-Emmons 2014 USA	En gruppe pre-post test, beskrivende korrelasjonsdesign	Å fastslå om sykepleiere uten tidligere erfaring kan nøyaktig identifisere IVC for å måle væskestatus	42 pasienter, 12 med hjertesymptomer Akuttmottak	14 sykepleiere, median 8 års yrkeserfaring, ingen tidligere erfaring med ultralyd	Strukturert opplæringsprogram: 2 timer teori, 15 time veiledet hands-on trening på pasienter og mennesker	42 bilder, Sonosite MicroMaxx	Erfarent medlem i forskerteamet var ekspert Sonosite MicroMaxx	Moderat samsvar mot ekspert for å utføre og tolke IVC Posttest viste forbedring på 8,2 %

(Forts.)

Tabell 1 (Forts.)

Forfatter, år, land	Design	Hensikt	Pasienter, setting	Utvalg og tidligere erfaring	Teoretisk og praktisk opplæring	Antall bilder, ultralyd-apparat brukt	Kontrollgruppe, referanse ultralydapparat	Resultater
Graven et al. 2015 Norge	Prospektiv single-senter observasjonsstudie Prospective single-centre observational study	Å undersøke gjennomførbarhet og nøyaktighet ved sykepleieres evne til å oppdage og beregne perikard og pleuravæske etter hjerteopererte pasienter i tidlig postoperativ fase	59 pasienter etter hjertekirurgi Post-operativ avdeling	2 kardiologiske sykepleiere, ingen tidligere erfaring med ultralyd	3 måneders praktisk trening veiledet av kardiologer Hver sykepleier utførte 62 og 58 UL av PE/PLE	59 perikard-bilder, 18 pleurabilder, Vscan 1.2 GE Ultrasound	Kardiologer utførte ekkokardiografi innen 1 time Kontrollert også mot Røntgen	Viser troverdig samsvar mot ekspert i utføring og tolkning av ultralyd. Sykepleierne var superior i ultralydundersøkelse mot røntgen thorax for å oppdage pleuravæske. Tidsbruk var median 13 minutter
Gundersen et al. 2016 Norge	Randomisert, overkryssningsstudie	Å vurdere klinisk betydning av ultralyd utført av sykepleiere for å vurdere volum-status hos hjertesvikt-pasienter	62 pasienter inkludert fra hjerte-poliklinikk Samme populasjon som Dalen et al. 2014	2 sykepleiere, begge med videreutdanning i intensiv og kardiologisk sykepleie, erfaring med fokusert ultralyd før studien	Erfaring med Pocus >200 bilder Praktisk veiledning: 1 måned 15–20 undersøkelser veiledet med kardiolog, med fokus på IVC og pleurahulen for å evaluere væskestatus	119 bilder Vscan GE ultrasound	Kardiolog utførte ekkokardiografi som referanse Vivid 7 Blindet av sykepleierens funn	Høyt samsvar mellom kardiolog og sykepleier. Utmerkete resultater i gruppen hvor ultralyd av IVC og pleurahulen ble brukt for å kartlegge væskestatus. Lav enighet/unøyaktig i gruppen uten ultralyd. Tidsbruk ikke rapportert
Guppy Coles et al. 2014 Australia	Comparative Diagnostic Test Accuracy	Evaluere sykepleiers nøyaktighet til å tolke LVEF ved hjelp av en semi-automatisert programvare Bildene ble hentet fra pasientarkiv	50 bilder hentet fra pasientarkiv Kardiologisk avdeling	9 sykepleiere med median (n = 15.6) års yrkeserfaring Ingen erfaring med ekkokardiografi	Totalt 3 timer, hvorav 1 time teoretisk undervisning 2 timer opplæring i den semiautomatiske LVEF programvaren og gjennomgang av 50 tolkninger av pasientcaser	50 bilder General Electric Healthcare Vivid E9 (BT11) Tolkning utført på GE HealthCare EchoPAC og med LVQ automatisert algoritme for kvantifisering av bildene	Kontroll mot erfarne ekkoteknikere General Electric (GE) HealthCare Vivid E9 (Model BT11)	Sykepleierne viser høy grad av interobservatør nøyaktighet og samsvar med ekspert i tolkning av ultralydbilder av venstre ventrikel

Guppy-Coles et al. 2020 Australia	Sammenliknende studie av diagnostisk test	Å undersøke hvor nøyaktig sykepleiere utfører ekkokardiografi av LVEF for deretter å tolke/beregne ultralydbildene ved hjelp av semi-automatisert programvare	73 pasienter Ikke spesifisert avdeling	3 kardiologiske sykepleiere Ingen tidligere erfaring med Ekkokardiografi	≤8 timer teoretisk og praktisk trening 20 bilder for å tolke LVEF fra tidligere caser Sykepleierne utførte 3D ekkokardiografi bilder på 15 pasienter hver	73 bilder Vivid E9 BT11 GE EchoPAC 4D AutoLVQ (semi-automatisert algoritme programvare)	Kardiologiske ekkoteknikere Vivid E9 BT11 GE EchoPAC 4D AutoLVQ	Sammenliknbar nøyaktighet mellom sykepleier og erfaren ekkotekniker til å utføre og tolke ultralyd av venstre ventrikel. Tidsbruk ikke rapportert
Gustafsson et al. 2015 Sverige	Diagnose-studie Pilotstudie	Å vurdere gjennomførbarheten til sykepleiere for å undersøke væskestatus (pleuravæske, artfakter/b-linjer og IVC) hos hjertesvikt pasienter med håndholdt ultralydapparat	104 pasienter med hjertesvikt Hjertesvikt-poliklinikk	4 erfarne sykepleiere med >10 års hjertesvikt-behandling, > 5 års erfaring som hjertesvikt-sykepleier, ingen tidligere erfaring med ultralyd	4 timer opplæring av kardiolog bestående av teori og hands-on trening på pasienter under veiledning av kardiolog	104 bilder Vscan General Electric	1 kardiolog vurderte sykepleiernes innhentede bilder, men utførte ikke egen ultralyds-undersøkelse til referansetesten	Sykepleiere viste pålitelig samsvar mot ekspert i utføring og tolkning av pleuravæske og artfakter, men det var rimelig samsvar for IVC Tidsbruk var median 9 minutter
Hjorth Hansen et al. 2020 Norge	Gjennomførbarhetsstudie/ diagnostisk test studie Diagnostic Test Accuracy / Feasibility study	Å evaluere sykepleieres nøyaktighet i å utføre fokustert ekkokardiografi til å oppdage hjertesvikt (LV, LVEF, LA, EDV, ESV, E), hvor bildene vurderes/tolkes eksternt av kardiolog vha. Telemedisin	50 pasienter Hjertesvikt-klinikk	3 kardiologiske sykepleiere med > 6 års erfaring, tidligere erfaring med ultralyd, ingen tidligere erfaring med ekkokardiografi	Systematisk opplæring av kardiologer Median = 67 skanninger i forkant av studien 5 veiledede ekko undersøkelser	50 bilder Vivid 7 GE Healthcare	3 kardiologer og 1 erfaren lege med ekko-kardiografi Vivid E9 og Vivid E95	God utføringssevne og pålitelige ekkokardiografibilder mot ekspert av venstre ventrikel Tidsbruk var median 30 minutter på 15 ultralyd-undersøkelser
Mumoli et al. 2016 Italia	Diagnose-studie	Å vurdere sykepleieres nøyaktighet i å diagnostisere kardial betinget dyspnoe ved hjelp av lunge-ultralyd	226 pasienter Akuttinntak	5 sykepleiere fra indremedisinsk avdeling, ingen tidligere erfaring med ultralyd	4 ukers opplæringskurs: 8 timers teoretisk undervisning, 20 timers praktisk trening, 4 timer til bildetolkning	226 bilder GE Vivid S5	2 leger blindet for hverandres vurdering, ved uenighet, vurdering av en 3. lege. Vurderinger basert på journalen og kliniske tester som referansetest Ikke utført kontroll ultralyd	Sykepleiere viste god nøyaktighet i å utføre og tolke mot ekspert for å differensiere årsak til dyspnoe. Tidsbruk var median 4 minutter

(Forts.)

Tabell 1 (Forts.)

Forfatter, år, land	Design	Hensikt	Pasienter, setting	Uvalg og tidligere erfaring	Teoretisk og praktisk opplæring	Antall bilder, ultralyd-apparat brukt	Kontrollgruppe, referanse ultralydapparat	Resultater
Narrang et al. 2021 USA	Prospektiv, diagnostisk test-studie	Evaluerer hvor nøyaktig sykepleiere kan utføre ekkokardiografi bilder av venstre og høyre ventrikel (størrelse og/eller funksjon), samt PLE ved hjelp av sanntids-veiledning	240 inne-liggende og polikliniske pasienter 2 sykehus, hjerte-avdeling	8 sykepleiere (4 fra hjertesvikt-avdeling og 4 sykepleiere med kirurgisk eller medisinsk erfaring) Ingen tidligere erfaring med UL	1 time teori, 9 skanninger på frivillige, 3 kvalifiserings-skanninger	240 bilder (30 per sykepleier) Terason	Først kontroll mot ekkotekniker (uten sanntids-veiledning) 5 kardiologer (blindet) vurderte den diagnostiske kvaliteten på ultralydbildene hvor minst 3/5 kardiologer måtte være enige. Terason uSmart 3200t Plus	Sykepleierne viser høy nøyaktighet i 8/10 ultralydundersøkelser med adekvat kvalitet for tolkning av kardiologi. Lavere nøyaktighet i utførelse av inferior vena cava og tricuspidalklaff Tidsbruk var median på 30 minutter for alle ti undersøkelser
Ünür et al. 2014 Tyrkia	Prospektiv tverrsnittskohort studie Pilot	Å evaluere hvor nøyaktig sykepleiere utfører ultralyd for å diagnostisere om årsaken har en kardial eller ikke-kardial årsak	96 pasienter, akutt-mottak	2 sykepleiere med > 5 års erfaring fra akutt-mottak, ingen tidligere erfaring med ultralyd	3 timer teori, 60 skanninger veiledet av radiolog og kardiolog Sykepleierne ble opplært i Blue protokoll	96 bilder, begge sykepleierne utførte ultralyd i blinding av hverandre Mindray M7	Legge i akutt-mottaket utførte endelig diagnose, blindet for resultatene av sykepleierens ultralyd	Sykepleierne viste høy grad av nøyaktighet for å diagnostisere dyspnoe av kardial eller ikke-kardial årsak sammenliknet med ekspertens endelige svar. Tidsbruk var 2 minutter til å utføre ultralyd-undersøkelsen

Forkortelser

E = Mitral annulushastighet, EDV = Endediastolisk volum, ESC = European Society of Cardiology, HUD = Håndholdt ultralyd, IVC = Inferior vena cava, LA = Venstre atrium indeksert endesystolisk volum, LAVI = Venstre ventrikel indeksert volum, LUS = Lungeultralyd, LV = Venstre ventrikel internal diameter, LVF = Venstre ventrikels funksjon/fylningstrykk, LVDd = Venstre ventrikel internal endediastolisk volum, LVEF = Venstre ventrikel ejeksjonsfraksjon, LVPWd = LV posterior wall end-diastolic thickness, LVWL = Venstre ventrikel internal endediastolisk lengde, LVS = Venstre ventrikel størrelse, PE = Perikardvæske, PLE = Pleuravæske, Pocus = Point of Care Ultrasound, RV = Høyre ventrikel, RVF = Høyre ventrikels størrelse, TRV = Trikuspidal regurgitasjonshastighet

Sykepleiernes presisjon i utførelse og tolkning av ultralyd

Ti av studiene (25–32,35,36) undersøkte væskeansamling i pleura- og perikardhulen, lungestuvning, kardial dyspné og væskestatus, på bakgrunn av hjertesykdom. I utføring av overnevnte ultralydundersøkelser/studier viste sykepleierne en nøyaktighet fra 57,4–98,8 prosent og korrelasjon på $r = 0,76–0,97$ mot ekspert. Sykepleiernes tolkning av ultralyd viste korrelasjon på $r = 0,59–0,96$, sensitivitet på 64–98 prosent og spesifisitet på 51–100 prosent mot ekspert (25,26,27,28,30,32). Graven et al. (30) fant at nøyaktigheten blant sykepleiere i utføring og tolkning ikke ble signifikant påvirket av mengden (volum) av pleura- og perikardvæske. På bakgrunn av sykepleierens funn, ble syv pasienter perikard- eller pleuratappet i etterkant av undersøkelsene (30). Resultatene med størst diskrepans mellom sykepleier og ekspert var knyttet til måling av IVC (tabell 2), hvor tre studier (26,30,36) rapporterte at sykepleierne mistolket abdominal aorta for IVC grunnet feil probe plassering.

Tabell 2 Resultattabell. Presisjon mellom sykepleier og ekspert

Hjerteregion/ ultralyd- undersøkelse	Utføre	Tolke ultralyd	Sensitivitet	Spesifisitet	Positive prediktiv verdi	Negativ prediktiv verdi	Kappa
Inferior Vena Cava	86% ¹ $r = 0.79–0.89$ ² 57.4% ¹⁰	80.6% ¹ $r = 0.59–0.68$ ³ $r = 0.73$ ⁵	64–72% ² 64% ⁵	95–98% ² 51% ⁵	88–93% ²	83–90% ²	$\kappa = 0.39$ ⁵
Pleuravæske	$r = 0.95–0.97$ ² $r = 0.81$ ⁴		92–93% ² 98% ⁴ 88% ⁵	99–100% ² 70% ⁴ 93% ⁵	97–100% ² 93% ⁴	97–98% ² 89% ⁴	$\kappa = 0.66$ ⁵
Perikard-væske	$r = 0.76$ ⁴ 98.8% ¹⁰		91% ⁴	56% ⁴	74% ⁴	82% ⁴	
Kardial betinget dyspné			95.3% ⁹ 95.4–100% ¹¹	88.2% ⁹ 95.7–100% ¹¹	87.9% ⁹ 95.3–100% ¹¹	95.5% ⁹ 95.7% ¹¹	$\kappa = 0.91$ ¹¹
Venstre ventrikkell	89% ⁶ 94% ⁸ 98.8% ¹⁰	$r = 0.82$ ⁶ $r = 0.96$ ⁷	85% ⁶	92% ⁶	88% ⁶	89% ⁶	$\kappa = 0.72$ ⁷
Høyre ventrikkell	92.5% ¹⁰						

¹Brunhoeber et al. 2018; ²Dalen et al. 2014 ³De Lorenzo et al. 2014; ⁴Graven et al. 2015 ⁵Gustafsson et al. 2015; ⁶Guppy-Coles et al. 2020; ⁷Guppy-Coles et al. 2015; ⁸Hjorth Hansen et al. 2020; ⁹Mumoli et al. 2016; ¹⁰Narrang et al. 2021; ¹¹Ünlüer et al. 2014
 r = Pearson korrelasjonskoeffisient

Fire primærstudier undersøkte venstre- og/eller høyresidig hjertefunksjon med fokusert ekkokardiografi. Flere parametere (1–15) ble skannet for å måle venstre- og/eller høyre ventrikkelfunksjon (29,31,32,34). I tre studier ble det benyttet en semiautomatisert algoritme for å kalkulere hjerteverdiene (33,34,36). I en annen studie (31) utførte sykepleierne forenklet ekkokardiografi uten algoritmer, men basert på ekstensiv og systematisk opplæring (tre måneder) av kardiolog og i median 67 skanninger i forkant av pasientinkludering. Resultatene for *utføring* var presisjonen 89–98,8 prosent (gjennomsnitt av alle parameterne) mot ekspert. *Tolkning* av resultatene fra UL undersøkelsene viste høy grad av samsvar i samtlige studier hvor det ble undersøkt ($r = 0,83–0,96$) (33,34,36).

Kvalitetsvurdering

På bakgrunn av sjekklistene, ble studiene vurdert å være fra god til høy kvalitet (tabell 3). Alle studiene benyttet seg av bekvemmelighetsutvalg, hvor sykepleierne ble engasjert på respektive avdelinger. I to studier ble det ikke brukt gullstandard (ekkokardiografi) som referansetest til å verifisere indekstesten (28,32). Det ble identifisert utvalgsskjevhet i to studier (32,35), da en sykepleier utførte 58 prosent av alle ultralydundersøkelsene, mens i Brunhoeber et al. (35) ble det rapportert ulik fordeling mellom sykepleierne, som innhentet de femti ultralydbildene for studien. I en studie (29) var det begrenset rapportering knyttet til hvilke probeplasseringer som ble benyttet. I en studie (33) ble det benyttet ultralydbilder fra et pasientarkiv hvor kun bilder med høy kvalitet/innsyn ble inkludert.

Diskusjon

Resultater fra denne systematiske litteraturstudien tyder på at sykepleiere mestrer å gjennomføre varierte fokuserte ultralydundersøkelser i hjerteregionen med tilstrekkelig billedkvalitet. Sykepleiernes *tolkning* av ultralydbildene viser moderat til høy grad av nøyaktighet målt opp mot ekspert. Tidsbruken for de fokuserte ultralydundersøkelsene var akseptable, og samsvarer med anbefalt tidsbruk (7,8).

Våre resultater tyder på at sykepleiere kan læres opp i ultralydteknologi og innhente viktig informasjon for å kartlegge patologi, bidra til beslutningstaking og iverksette behandling i en tidlig fase til pasienter med hjerte- og karsykdommer i samråd med behandlingsteamet. Eksempelvis hadde syv pasienter behov for pleura- eller perikardtapping på bakgrunn av sykepleierens funn (30). Alle de inkluderte ultralydundersøkelsene i denne artikkelen er anbefalt til bruk i praksis blant leger og kardiologer for å kartlegge primære og sekundære følger av hjerte- og karsykdommer (3,5,7,8,15–18). Ultralyd innebærer lav risiko for pasienten, ettersom pasienten hverken blir utsatt for stråling eller invasive målemetoder, og gir muligheten for rask kartlegging og monitorering av pasienten, som igjen komplementerer kliniske undersøkelser og kan bidra til bedre pasientbehandling (8). Det kan for eksempel være aktuelt for spesialsykepleiere å utføre slike ultralydundersøkelser når ekspert er opptatt, og for å imøtekomme dagens og fremtidens behov for oppgavedeling i spesialisthelsetjenesten (8).

Flere studier (37–39) har funnet liknende resultater som denne litteraturstudien når «uerfarne brukere» har blitt opplært i fokuserte ultralydundersøkelser knyttet til hjertet. I likhet viser sykepleierne i vår litteraturstudie høyere presisjon i ultralydundersøkelse av IVC (27,30,33) og pleuravæske (27,28,30) enn i en studie hvor turnusleger utførte samme ultralydundersøkelser (38). Flere litteraturstudier som omhandler sykepleieres presisjon av ultralyd i forskjellige kliniske situasjoner, viser liknende resultater som i vår litteraturstudie (9–14). Samtidig viser våre resultater at kvaliteten i enkelte ultralydundersøkelser spriker. På bakgrunn av studiekarakteristikkene (tabell 1), er det rimelig å anta at mengdetrening, opplæring/veiledning av ekspert og det anatomiske området

Tabell 3 Kvalitetsvurdering og risiko for systematiske skjevheter etter sjekklister fra Joanna Briggs Institute

Diagnostic test accuracy studier	Spørsmål 1	Spørsmål 2	Spørsmål 3	Spørsmål 4	Spørsmål 5	Spørsmål 6	Spørsmål 7	Spørsmål 8	Spørsmål 9	Spørsmål 10	Spørsmål 11
Brunhoeber et al	Ja	Ja	Uklart	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	God
Dalen et al.	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Høy
De Iorenzo et al.	Ja	Ja	Ja	Ja	IA	Uklart	Ja	Ja	Ja	Ja	God
Graven et al.	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Høy
Gundersen et al.	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Høy
Guppy-Coles 2020 et al.	Ja	Ja	Uklart	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	God
Guppy-Coles 2014 et al.	Ja	Ja	Uklart	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	God
Gustafsson et al.	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Uklart	Ja	Ja	Ja	Ja	God
Hjorth-Hansen et al.	Ja	Ja	Ja	Ja	IA	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	God
Mumoli et al.	Ja	Ja	Ja	Ja	IA	Uklart	Ja	Ja	Ja	Ja	God
Narrang et al.	Ja	Ja	Nei	Ja	IA	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	God
Kohortstudier	Spørsmål 1	Spørsmål 2	Spørsmål 3	Spørsmål 4	Spørsmål 5	Spørsmål 6	Spørsmål 7	Spørsmål 8	Spørsmål 9	Spørsmål 10	Spørsmål 11
Ünluer et al.	Ja	Ja	Ja	Uklart	Ja	Ja	Uklart	Ja	Ja	Ja	Ja

Diagnostic test accuracy studier sjekklister spørsmål (23) Ja – Nei – Uklart – IA (ikke aktuelt)

1. Was a consecutive or random sample of patients enrolled? 2. Was a case control design avoided? 3. Did the study avoid inappropriate exclusions? 4. Were the index test results interpreted without knowledge of the results of the reference standard? 5. If a threshold was used, was it pre-specified? 6. Is the reference standard likely to correctly classify the target condition? 7. Were the reference standard results interpreted without knowledge of the results of the index test? 8. Was there an appropriate interval between index test and reference standard? 9. Did all patients receive the same reference standard? 10. Were all patients included in the analysis? 11. Overall Appraisal

Kohortstudier sjekklister spørsmål fra Joanna Briggs Institute (24) Ja – Nei – Uklart – IA (ikke aktuelt)

1. Were the two groups similar and recruited from the same population? 2. Were the exposures measured similarly to assign people to both exposed and unexposed groups? 3. Was the exposure measured in a valid and reliable way? 4. Were confounding factors identified? 5. Were strategies to deal with confounding factors stated? 6. Were the groups/participants free of the outcome at the start of the study? 7. Were the outcomes measured in a valid and reliable way? 8. Was the follow up time reported and sufficient to be long enough for outcomes to occur? 9. Was follow up complete, and if not, were the reasons to loss to follow up described and explored? 10. Were strategies to address incomplete follow up utilized? 11. Was appropriate statistical analysis used?

som ble skannet påvirker presisjonen blant sykepleierne. Opplæringen i de inkluderte studiene bestod av teoretiske og praktiske komponenter som enten var «skreddersydd» av kardiolog i avdelingen, eller som hentet inspirasjon fra internasjonale anbefalinger og protokoller for de ulike ultralydundersøkelsene. Dette kan handle om at det fremdeles er begrenset systematisk opplæring tilgjengelig for fokuserte ultralydundersøkelser (7). Det positive med «skreddersydd» opplæring i en intensivavdeling kan være at sykepleierne følges opp og «kvalitetssikres» før de til slutt kan gjøre selvstendige beslutninger i samarbeid med behandlingsteamet. Opplæring bør baseres på lokale rutiner og kvalitets-sikres på linje med annet medisinsk teknisk utstyr. Ifølge EACVI (7) er læringskurven for fokusert ultralyd rask, men for at ikke-eksperter skal vise kontinuerlig presisjon i å utføre og tolke ultralyd, kreves det erfaring og mengdetrening. Studien til Dalen et al. (26), Gundersen et al. (27), Brunhoeber et al. (30) og Hjorth-Hansen et al. (31), hvor sykepleierne har tidligere erfaring med ultralyd, veiledet trening og lengre oppfølging av kardiolog, viser til bedre korrelasjon mot ekspert enn studien til De Lorenzo et al. (29), hvor sykepleierne kun fikk 3,5 timers opplæring før studien ble igangsatt.

Ett anatomisk område i hjerteregionen, som viste begrenset samsvar mellom sykepleier og ekspert i vår litteraturstudie, var måling av IVC. IVC er en stor, elastisk vene, og ettersom den munner ut i høyre atrium kan målingen gi informasjon om hemodynamiske forhold i høyre hjertehalvdel og intravaskulær volumstatus (3,39,40). Svikt i både høyre og venstre hjerteregion kan føre til redistribusjon av væske til vev og lunger, samt medføre høye fylningstrykk i hjertekamrene (6,8,40,41). Måling av IVC kan være utfordrende, ettersom venen er dynamisk og forandrer størrelse gjennom inn- og utpust (overtrykksventilasjon kan også påvirke resultatet), noe som kan gjøre tolkning og utføring vanskelig for utrente (40). Dersom en pasient har lite væske intravasalt, vil vena cava trekke seg sammen under inspirasjon. Våre resultater viste at sykepleierne tidvis feiltolket abdominal aorta for IVC (26,30,34), noe som kan påføre pasienten skader dersom medikamentell behandling, eksempelvis loop diuretika, administreres på grunnlag av tolkning av pasientens væskebalanse. Reduksjon av intravaskulært volum kan redusere venstre ventrikkels flyvningstrykk og forverre situasjonen, særlig blant ustabile pasienter (40,41). Derimot viser de inkluderte studiene hvor sykepleierne har mer mengdetrening, eller tidligere erfaring med ultralyd, tilsynelatende mer nøyaktige skanninger og vurderinger av IVC mot ekspert (26,35).

En av primærstudiene i vår litteraturstudie testet sykepleierutførte ultralydundersøkelser av pleuravæske opp mot røntgen thorax (27). Resultatene var i sykepleierens favør (sensitivitet 98 prosent og spesifisitet 70 prosent) sammenliknet med røntgen (sensitivitet 40 prosent og spesifisitet 78 prosent) for å oppdage pleuravæske. Flere studier bekrefter liknende resultater hvor ultralyd viser høyere presisjon til å oppdage pleuravæske enn røntgen thorax (16,42,43).

Fordelaktig for pasienten, kan ultralyd gi raskere behandling og kan utføres på stuen, da ultralyd kan gjennomføres i løpet av få minutter der utstyret er tilgjengelig (43). Eksempelvis er hjerteinfarktpasienter en utsatt gruppe til å få postinfarkt hjertesvikt

med utvikling av lungeødem. Tidlig ultralyd og faste rutiner ved hjelp av fokusert ultralyd kan guide og bedre pasientbehandlingen (44,45). Pleuravæske og lungestuvning er således et tegn på hjertesviktforverring, men kan være utfordrende å oppdage uten bruk av ultralyd, grunnet lite fremtredende symptomer (45–48). Økt bruk av ultralyd kan gi verdifull informasjon om væskestatus og iverksetting av hjertesvikt-behandling. Tidlig oppdagelse av akutte tilstander som kan lede til respirasjonssvikt og tamponade vil være fordelaktig for pasienten. Til sammenlikning viser også andre studier (46,49) at sykepleier-utført ultralyd kan være fordelaktig for pasienter med hjerte- og karsykdommer.

Sykepleierne som er inkludert i studiene i vår litteraturstudie kan kategoriseres som erfarne, basert på yrkeserfaring og flere hadde videreutdanning innen intensiv- og kardiologisk sykepleie (tabell 1). Deres tilknytning til respektive kardiologiske avdelinger kan ha gjort det lettere å forstå anatomi, hemodynamikk og patologi, og dermed høyere for forståelse til å gjennomføre ultralydundersøkelsene sammenliknet mot en normal populasjon. Vi mener resultatene fra denne litteraturstudien viser at fokusert ultralyd er en prosedyre som kan utføres av sykepleiere med spesialkompetanse gitt god opplæring. Ultralyd er nå blant annet innlemmet i masterutdanningen innen intensivsykepleie ved Universitet i Stavanger (50) og praktiseres på flere sykehus i Norge (26,27,49).

Styrker og begrensninger ved studien

Styrker med denne litteraturstudien er det systematiske litteratursøket er gjennomført i tre medisinske databaser, og at søket ble utviklet med hjelp fra spesialbibliotekar. Tross små, varierte utvalg og heterogenitet i ultralydundersøkelsene, ble det likevel utført totalt 1 926 ultralydundersøkelser, som er en styrke. Således kan heterogeniteten blant sykepleierens erfaring med ultralyd, spesialutdanning og yrkeserfaring gjenspeile virkeligheten i en sykehusavdeling, og resultatene samlet kan gi større generaliserbarhet enn enkeltstudier. For å utjevne utfordringene knyttet til heterogenitet er variasjonene presentert i tabeller og figurerer for å sikre transparens og objektivitet for leser. En annen styrke er at alle inkluderte studier er publisert etter 2014, og teknologien som ble brukt i primærstudiene er sammenliknbar med nåværende ultralydapparater.

Små utvalg og heterogenitet blant de inkluderte studiene kan begrense resultatenes og litteraturstudiens generaliserbarhet. Variasjoner i utvalg og studiedesign skapte utfordringer med å sammenfatte datamaterialet (tabell 1), noe som gjør det utfordrende å fastslå hvilken effekt som forårsaket resultatene. Flere studier viste motstridende resultater (eksempelvis IVC), som må knyttes til svært varierende opplæringstid. Primærstudiene oppgir heller ikke data på overlevelse, selv om samtlige studier poengterer at fokusert ultralyd bidro til tidlig diagnostikk og bedret pasientbehandling.

Konklusjon

Denne systematiske litteraturstudien tyder på at sykepleiere kan tilegne seg kunnskaper for å utføre og tolke fokusert ultralyd i hjerteregionen. Presisjon ser ut til å avhenge av

systematisk opplæring, mengdetrening, omfanget av ultralydundersøkelsene og det anatomiske området i hjerteregionen som ble skannet. Hjertesykdom kan medføre asymptomatisk klinikk. Litteraturstudien viser at fokusert ultralyd utført av sykepleiere kan bidra til å identifisere helsesvikt på et tidlig stadium og gi positiv innflytelse på beslutningstaking og pasientbehandling. I fremtiden er det behov for flere studier som omhandler standardisert opplæring og som undersøker den kliniske betydningen av ultralydundersøkelse utført av sykepleiere, samt pasienters overlevelse.

Implikasjoner for praksis

Flere norske sykehus og masterstudier med spesialisering i sykepleie til akutt og kritisk syke pasienter har begynt å innlemme ultralyd i praksis og i den teoretiske undervisningen. Det kan bidra til oppgavedeling mellom leger og intensivsykepleiere og gi en mer autonom rolle for intensivsykepleiere i behandlingsteamet i fremtiden. Systematisk opplæring er essensielt og må kvalitetssikres på respektive avdelinger, for å sikre forsvarlig og hensiktsmessig utøvelse for pasientens beste.

Referanser

1. Roth GA, Mensah GA, Johnson CO, Addolorato G, Ammirati E, et al. Global burden of cardiovascular diseases and risk factors, 1990–2019: Update from the GBD 2019 study. *J Am Coll Cardiol.* 2020;76(25):2982–3021. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2020.11.010>
2. Folkehelseinstituttet. Hjerte- og karsykdommer i Norge. I: Folkehelse rapporten – helsetilstanden i Norge [internett]. Oslo: Folkehelseinstituttet; 2021 [hentet 26.11.2021]. Tilgjengelig fra: <https://www.fhi.no/nettpub/hin/ikke-smittsomme/Hjerte-kar/>
3. McDonagh TA, Metra M, Adamo M, Gardner RS, Baumbach A, et al. 2021 ESC guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *Eur Heart J.* 2021;42(36):3599–726. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab368>
4. Savarese G, Lund LH. Global public health burden of heart failure. *Card Fail Rev.* 2017;3(1):7–11. <https://doi.org/10.15420/cfr.2016:25:2>
5. Čelutkienė J, Lainscak M, Anderson L, Gayat E, Grapsa J, et al. Imaging in patients with suspected acute heart failure: timeline approach position statement on behalf of the Heart Failure Association of the European Society of Cardiology. *Eur J Heart Fail.* 2020;22(2):181–95. <https://doi.org/10.1002/ejhf.1678>
6. Miglioranza MH, Picano E, Badano LP, Sant'Anna R, Rover M, et al. Pulmonary congestion evaluated by lung ultrasound predicts decompensation in heart failure outpatients. *Int J Cardiol.* 2017;240:271–8. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2017.02.150>
7. Neskovic AN, Skinner H, Price S, Via G, De Hert S, et al. Focus cardiac ultrasound core curriculum and core syllabus of the European Association of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging.* 2018;19(5):475–81. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jeey006>
8. Pellicori P, Platz E, Dauw J, Maaten JM, Martens P, et al. Ultrasound imaging of congestion in heart failure: examinations beyond the heart. *Eur J Heart Fail.* 2021;23(5):703–12. <https://doi.org/10.1002/ejhf.2032>
9. Varndell W, Topacio M, Hagness C, Lemon H, Tracy D. Nurse-performed focused ultrasound in the emergency department: a systematic review. *Australas Emerg Care.* 2018;21(4):121–30. <https://doi.org/10.1016/j.auec.2018.09.003>

10. Steinwandel U, Gibson NP, Rippey JC, Towell A, Rosman J. Use of ultrasound by registered nurses – a systematic literature review. *J Ren Care*. 2017;43(3):132–42. <https://doi.org/10.1111/jorc.12191>
11. Tran QK, Flanagan K, Fairchild M, Yardi I, Pourmand A. Nurses and efficacy of ultrasound-guided versus traditional venous access: a systemic review and meta-analysis. *J Emerg Nurs*. 2022;48(2):145–58.e1. <https://doi.org/10.1016/j.jen.2021.12.003>
12. Totenhofer R, Luck L, Wilkes L. Point of care ultrasound use by registered nurses and nurse practitioners in clinical practice: an integrative review. *Collegian*. 2021;28(4):456–63. <https://doi.org/10.1016/j.colegn.2020.10.002>
13. Shaddock L, Smith T. Potential for use of portable ultrasound devices in rural and remote settings in Australia and other developed countries: a systematic review. *J Multidiscip Healthc*. 2022;15:605–25. <https://doi.org/10.2147/JMDH.S359084>
14. Visdal GHE, Christensen VL. Måltrettet ultralyd av vena cava inferior for vurdering av volumstatus utført av sykepleiere med en avansert funksjon – en systematisk litteraturstudie. *Inspira*. 2021;16(1):65–84. <https://doi.org/10.23865/inspira.v16.3268>
15. Platz E, Jhund PS, Girerd N, Pivetta E, McMurray JJV, Peacock WF, et al. Expert consensus document: reporting checklist for quantification of pulmonary congestion by lung ultrasound in heart failure. *Eur J Heart Fail*. 2019;21(7):844–51. <https://doi.org/10.1002/ehf.1499>
16. Cardim N, Dalen H, Voigt J-U, Ionescu A, Price S, et al. The use of handheld ultrasound devices: a position statement of the European Association of Cardiovascular Imaging (2018 update). *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2018;20(3):245–52. <https://doi.org/10.1093/ehjci/ey145>
17. Collet JP, Thiele H, Barbato E, Barthélémy O, Bauersachs J, et al. 2020 ESC guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation. *Eur Heart J*. 2021;42(14):1289–367. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa575>
18. Sicari R, Galderisi M, Voigt JU, Habib G, Zamorano JL, et al. The use of pocket-size imaging devices: a position statement of the European Association of Echocardiography. *Eur J Echocardiogr*. 2011. <https://doi.org/10.1093/ejechocard/jeq184>
19. Booth A, Sutton A, Clowes M, Martyn-St James M, Booth A. Systematic approaches to a successful literature review. 3. utgave. Los Angeles, California: Sage; 2022.
20. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *PLoS Med*. 2021;18(3):e1003583. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
21. Nardini HKG, Wang L. The Yale MeSH analyzer [internett]. New Haven, CT: Cushing/Whitney Medical Library; 2023 [hentet 02.06.2022]. Tilgjengelig fra: <http://mesh.med.yale.edu/>
22. Ouzzani M, Hammady H, Fedorowicz Z, Elmagarmid A. Rayyan – a web and mobile app for systematic reviews. *Syst Rev*. 2016;5(1):210. <https://doi.org/10.1186/s13643-016-0384-4>
23. Campbell JM, Klugar M, Ding S, Carmody DP, Hakonsen SJ, et al. Diagnostic test accuracy: methods for systematic review and meta-analysis. *JBIM Evidence Implementation*. 2015;13(3):154–62. <https://doi.org/10.1097/xeb.0000000000000061>
24. Moola S MZ, Tufanaru C, Aromataris E, Sears K, Sfetcu R, et al. Chapter 7: Systematic reviews of etiology and risk. Adelaide: Joanna Briggs Institute; 2020. <https://doi.org/10.46658/JBIMES-20-08>
25. Mumoli N, Vitale J, Giorgi-Pierfranceschi M, Cresci A, Cei M, et al. Accuracy of nurse-performed lung ultrasound in patients with acute dyspnea: a prospective observational study. *Medicine*. 2016;95(9):1–5. <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000002925>
26. Dalen H, Gundersen GH, Skjetne K, Haug HH, Kleinau JO, et al. Feasibility and reliability of pocket-size ultrasound examinations of the pleural cavities and vena cava inferior performed by nurses in an outpatient heart failure clinic. *Eur J Cardiovasc Nurs*. 2015;14(4):286–93. <https://doi.org/10.1177/1474515114547651>

27. Gundersen GH, Kleinau JO, Graven T, Dalen H, Norekval TM, et al. Adding point of care ultrasound to assess volume status in heart failure patients in a nurse-led outpatient clinic. A randomised study. *Heart*. 2016;102(1):29–34. <http://doi.org/10.1136/heartjnl-2015-307798>
28. Ünlüer EE, Karagöz A, Oyar O, Vandenberk N, Kiyançik S, et al. Lung ultrasound by emergency nursing as an aid for rapid triage of dyspneic patients: a pilot study. *Int Emerg Nurs*. 2014;22(4):226–31. <https://doi.org/10.1016/j.ienj.2014.03.003>
29. De Lorenzo RA, Holbrook-Emmons VL. Ultrasound measurement of inferior vena cava diameters by emergency department nurses. *Adv Emerg Nurs J*. 2014;36(3):271–8. <https://doi.org/10.1097/TME.000000000000025>
30. Graven T, Wahba A, Hammer AM, Sagen O, Olsen Ø, et al. Focused ultrasound of the pleural cavities and the pericardium by nurses after cardiac surgery. *Scand Cardiovasc J*. 2015;49(1):56–63. <https://doi.org/10.3109/14017431.2015.1009383>
31. Hjorth-Hansen AK, Andersen GN, Graven T, Gundersen GH, Kleinau JO, et al. Feasibility and accuracy of tele-echocardiography, with examinations by nurses and interpretation by an expert via telemedicine, in an outpatient heart failure clinic. *J Ultrasound Med*. 2020;39(12):2313–23. <https://doi.org/10.1002/jum.15341>
32. Gustafsson M, Alehagen U, Johansson P. Pocket-sized ultrasound examination of fluid imbalance in patients with heart failure: a pilot and feasibility study of heart failure nurses without prior experience of ultrasonography. *Eur J Cardiovasc Nurs*. 2015;14(4):294–302. <https://doi.org/10.1177/1474515114559435>
33. Guppy-Coles KB, Prasad SB, Smith KC, Hillier S, Lo A, et al. Evaluation of training nurses to perform semi-automated three-dimensional left ventricular ejection fraction using a customised workstation-based training protocol. *J Clin Nurs*. 2015;24(11–12):1479–88. <https://doi.org/10.1111/jocn.12666>
34. Guppy-Coles KB, Prasad SB, Smith KC, Lo A, Beard P, et al. Accuracy of cardiac nurse acquired and measured three-dimensional echocardiographic left ventricular ejection fraction: comparison to echosonographer. *Heart Lung Circ*. 2020;29(5):703–9. <https://doi.org/10.1016/j.hlc.2019.04.008>
35. Brunhoeber LA, King J, Davis S, Witherspoon B. Nurse practitioner use of point-of-care ultrasound in critical care. *J Nurse Pract*. 2018;14(5):383–8. <https://doi.org/10.1016/j.nurpra.2017.12.002>
36. Narang A, McCarthy PM, Thomas JD, Bae R, Hong H, et al. Utility of a deep-learning algorithm to guide novices to acquire echocardiograms for limited diagnostic use. *JAMA Cardiol*. 2021;6(6):624–32. <https://doi.org/10.1001/jamacardio.2021.0185>
37. Andersen GN, Viset A, Mjølstad OC, et al. Feasibility and accuracy of point-of-care pocket-size ultrasonography performed by medical students. *BMC Med Educ*. 2014;14:156. <https://doi.org/10.1186/1472-6920-14-156>
38. Mjølstad OC, Andersen GN, Dalen H, Graven T, Skjetne K, et al. Feasibility and reliability of point-of-care pocket-size echocardiography performed by medical residents. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2013;14(12):1195–202. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jeto62>
39. Panoulas VF, Daigeler AL, Malaweera AS, Lota AS, Baskaran D, et al. Pocket-size hand-held cardiac ultrasound as an adjunct to clinical examination in the hands of medical students and junior doctors. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2013;14(4):323–30. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jes140>
40. Zengin S, Al B, Genc S, Yildirim C, Ercan S, et al. Role of inferior vena cava and right ventricular diameter in assessment of volume status: a comparative study: ultrasound and hypovolemia. *Am J Emerg Med*. 2013;31(5):763–767. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2012.10.013>
41. Mookadam F, Warsame TA, Yang HS, Emani UR, Appleton CP, et al. Effect of positional changes on inferior vena cava size. *Eur J Echocardiogr*. 2011;12(4):322–5. <https://doi.org/10.1093/ejehocardi/jero18>
42. Spiliotaki E, Saranteas T, Moschovaki N, Panagouli K, Pistioli E, et al. Inferior vena cava ultrasonography in the assessment of intravascular volume status and fluid responsiveness in

- the emergency department and intensive care unit: a critical analysis review. *J Clin Ultrasound*. 2022;50(5):733–44. <https://doi.org/10.1002/jcu.23194>
43. Pivetta E, Goffi A, Nazerian P, Castagno D, Tozzetti C, et al. Lung ultrasound integrated with clinical assessment for the diagnosis of acute decompensated heart failure in the emergency department: a randomized controlled trial. *Eur J Heart Fail*. 2019;21(6):754–66. <https://doi.org/10.1002/ehf.1379>
44. Aakhus S. Medisinsk ultralyddiagnostikk: klinisk basisbok. Oslo: Gyldendal akademisk; 2016.
45. Li N, Zhu Y, Zeng J. Clinical value of pulmonary congestion detection by lung ultrasound in patients with chronic heart failure. *Clin Cardiol*. 2021;44(11):1488–96. <https://doi.org/10.1002/clc.23738>
46. Zisis G, Huynh Q, Yang Y, Neil C, Carrington MJ, et al. Rationale and design of a risk-guided strategy for reducing readmissions for acute decompensated heart failure: the Risk-HF study. *ESC Heart Fail*. 2020;7(5):3151–60. <https://doi.org/10.1002/ehf2.12897>
47. Ye XJ, Li N, Li JH, Wu WJ, Li AL, et al. B-lines by lung ultrasound predict heart failure in hospitalized patients with acute anterior wall STEMI. *J Echocardiogr*. 2019;36(7):1253–62. <https://doi.org/10.1111/echo.14420>
48. Kataoka H. Utility of thoracic sonography for follow-up examination of chronic heart failure patients with previous decompensation. *Clin Cardiol* 2007;30:336–41. <https://doi.org/10.1002/clc.20100>
49. Sørensen ML, Oterhals K, Pönitz V, Morken IM. Point-of-care examinations using handheld ultrasound devices performed by intensive care nurses in a cardiac intensive care unit. *Eur J Cardiovasc Nurs*. 2022. <https://doi.org/10.1093/eurjcn/zvac089>
50. Universitetet i Stavanger. Innfører ultralyd i undervisningen av spesialsykepleiere [internett]. Stavanger: Universitetet i Stavanger; 2021 [oppdatert 06.09.2021; hentet 10.06.2021]. Tilgjengelig fra: <https://www.uis.no/nb/helse/innforer-ultralyd-i-undervisningen-av-spesialsykepleiere>