

Emne: Fokuseret lungeultralydskanning	Dato: 2.1.2013 Revision: 2.1.2015	Retningslinje nummer: Sider: 5
Udarbejdet af: Christian B. Laursen, Ole Graumann, Jesper Rømhild Davidsen, Poul Henning Madsen		

1.1 BAGGRUND OG DEFINITION

Lungeultralydskanning (LUS) har de senere år fået et gennembrud, som en ny disciplin inden for klinisk ultralydskanning. Talrige studier har dokumenteret, at LUS bør anses som en diagnostisk hjørnesten ved udredning af patienter med sygdom i lunger og pleurae. LUS er vist at være konventionelt røntgen af thorax overlegent til diagnostik af en række akutte medicinske og kirurgiske tilstande, herunder lungeødem, lungeemboli, pleuraeffusion, pneumoni og pneumothorax (1-3). Tolkningen af et konventionelt røntgen af thorax er desuden ofte mere vanskelig hos patienter med kronisk obstruktiv lungesygdom, hvilket ikke er tilfældet med LUS (1-3). Ved regelret LUS skannes hele overfladen af begge lunger. Dette er tidskrævende og kræver god patientkooperation, hvilket kan være et problem hos den akut syge patient. I modsætning hertil er fokuseret LUS en undersøgelse, der udelukkende foretages mhp. diagnostik eller udelukkelse af følgende akutte tilstande i lunger og pleurae:

- Interstitielt syndrom (IS)
- Lungekonsolidering
- Pleuraeffusion
- Pneumothorax

Fokuseret LUS kan foretages hurtigt (< 3 min.) og med minimal patientkooperation (4). Nærværende retningslinje omhandler fokuseret LUS. Den forudsætter dog kendskab til basal ultralydsnomenklatur, fysik, teknik og apparatur hvilket kan findes beskrevet andet steds (5).

1.2 INDIKATION

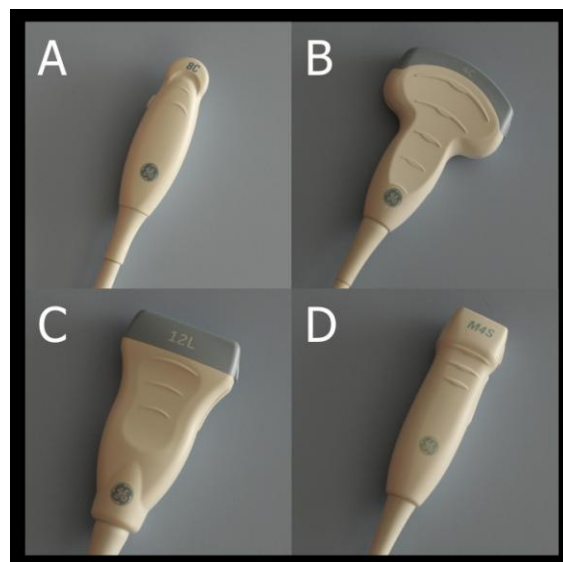
Fokuseret LUS kan, som supplement til objektiv undersøgelse, anvendes som led i vurdering og diagnostik af enhver patient med akut opståede respiratoriske symptomer (3):

- Akut dyspnø
- Objektive tegn på respirationssvigt
- Brystmerter
- Klinisk mistanke om infektion i lunger eller pleurahule

1.3 VALG AF TRANSDUCER

En mikrokonveks transducer (~ 5 mHz) er et godt førstegangvalg, da den kombinerer en acceptabel billedkvalitet af både profunde og superficielle strukturer. Mikrokonvekse transducers størrelse medfører endvidere en nemmere udførlig skanning af lungenes posteriore flader hos liggende patienter. Alternativt kan en abdominal transducer suppleret med en lineær højfrekvent transducer anvendes.

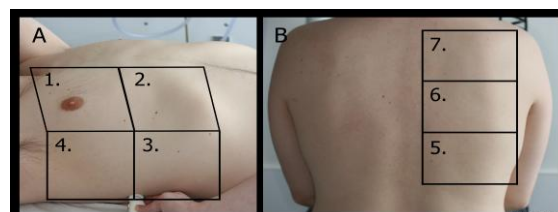
Kardielle sektortransducere kan anvendes, men pga. forringet billedkvalitet af superficielle strukturer vanskeliggøres diagnostik af pneumothorax ligesom mindre lungekonsolideringer (som f.eks. ved lungeemboli) kan overses (3) (fig. 1).



Figur 1. A: Mikrokonveks transducer. B: Konveks (abdominal) transducer. C: Lineær transducer. D: Sektor (kardiel) transducer.

1.4 PRAKTISK UDFØRSEL

Der foreligger ikke international konsensus omkring udførelse af fokuseret LUS (1). Den beskrevne tilgang er derfor baseret på eksisterende litteratur og forfatternes egne erfaringer. Hver thoraxhalvdel kan inddeles i en anterior, lateral og posterior flade, der yderligere kan underinddeles i mindre skanningszoner (fig. 2).



Figur 2. Inddeling af højre thoraxhalvdel i 2 anteriore (1-2), 2 laterale (3-4) og 3 posteriore (5-7) skanningszoner.

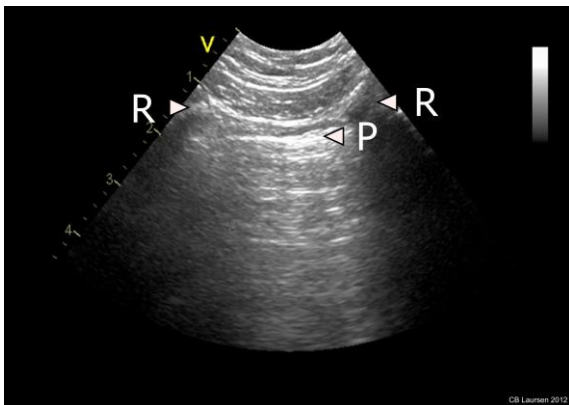
Med patienten i liggende stilling skannes thorax' anteriore og laterale flader. Med patienten i siddende stilling skannes herefter de posteriore flader. Kan patienten ikke side op til undersøgelsen, skannes patienten i sideleje. Alternativt vil man ofte kunne få transduceren trykket lidt ned i madrassen og ind under patienten, så de posteriore flader delvist kan visualiseres. Undersøgeren bør ved hver skanningszone søge at besvare følgende 4 fokuserede ja/nej spørgsmål:

- Er der tegn på pneumothorax?
- Er der multiple B-linje artefakter?
- Er der lungekonsolidering?
- Er der pleuraeffusion?

Som udgangspunkt anvendes kun B-mode skanning. Ved pneumothoraxdiagnostik kan man i tvivlstilfælde supplere med M-mode skanning (3).

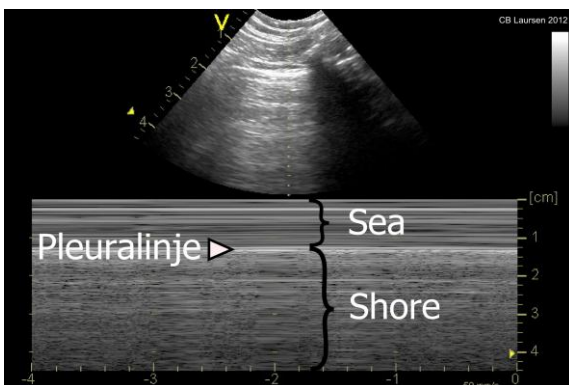
1.5 NORMALE FUND

Ved at placere transduceren på tværs af et intercostalrum ses superficielt muskeltvæv og fascier. Mere profund ses de to ribben som en hyperekkokisk horisontal linje med en underliggende slagskygge. Lidt mere profund, imellem de to ribben, ses en horisontal hyperekkokisk linje. Linjen repræsenterer samlet pleura viscerale og pleura parietale (fig. 3).



Figur 3. Normal fund ved UL skanning på tværs af IC-rum. Pleuralinjen (P) ses beliggende imellem og lidt mere profund for 2 ribben (R).

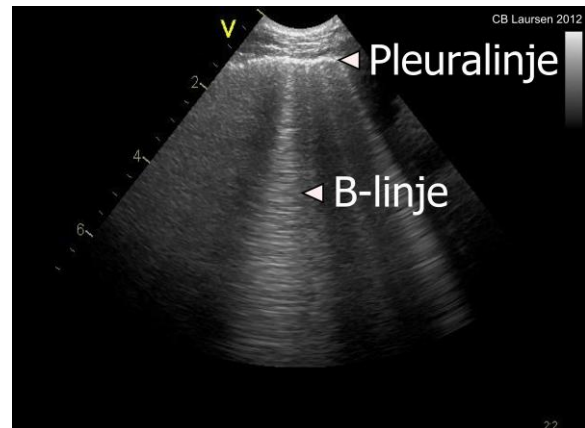
Ved B-mode skanning ses en horisontal bevægelse i pleuralinjen. Bevægelsen foregår synkront med patientens vejtrækning og repræsenterer pleurabladerne, der under respirationen glider mod hinanden. Dette fund benævnes *lung sliding* og frembringer et kraftigt reflekterende signal. Ved M-mode skanning af en normal pleuralinje med *lung sliding* dannes et karakteristisk billede, der kaldes "strandkantstegn" (*seashore sign*). Selve pleuralinjen ses i billedet fortsat som en hyperekkokisk linje. De mere superficielt beliggende muskler og fascier ses som horisontale linjer, repræsenteret ved havet (*sea*) og den profund beliggende "gryned" del af billedet ligner en sandstrand (*shore*) (fig. 4) (1-3).



Figur 4. M-mode skanning med fund af strandkantstegn (*seashore sign*).

1.6 INTERSTITIELT SYNDROM (IS)

LUS kan ikke visualisere rask lungevæv pga. luftindholdet. Forekomsten af flere karakteristiske artefakter anvendes derimod som et indirekte tegn på lungesygdom. Det mest anvendelige af disse er B-linjeartefaktet, der menes at opstå, hvis densiteten af lungevævet er øget, som f. eks. ved interstitielt lungeødem. B-linjeartefaktet er et såkaldt reverberations artefakt. Artefaktet opstår når ultralydsbølgerne rammer lungeinterstitiet og der i lungeinterstitiet dannes resonans. Resonansen gør, at der opstår et kontinuert ultralydssignal fra lungeinterstitiet. Ultralydsignalet vil fremtræde som en kraftigt hyperekkokisk vertikal linje strækkende sig fra pleuralinjen og til det nederste af UL billedet (fig. 5).



Figur 5. LUS med fund af IS. Talrige B-linjer ses udgående fra pleuralinjen strækkende sig mod bunden af UL billedet.

B-linjerne er fikseret på et punkt på pleuralinjen og ses derfor bevægende sig synkront med *lung sliding*. Forekomsten af enkelte isolerede B-linjer anses ikke at være et patologisk fund. I studier har man ved op imod en 1/3 af raske personer kunnet visualisere multiple B-linjer i nederste laterale intercostalrum, svarende til sinus phrenicocostalis (1-3). Fund af IS ved LUS har en meget høj sensitivitet for interstitielt lungeødem. Mange tilstande kan dog medføre IS (bl.a. kardielt lungeødem, overhydrering, drukning, *acute respiratory distress syndrome* (ARDS), bilateral interstitiel pneumoni og interstitiel lungesygdom). Fund af IS repræsenterer således ikke en bestemt sygdomsintensitet (1-3). IS er defineret ved begge af de følgende punkter (1):

- Multiple B-linje artefakter (> 2) per intercostalrum i hver skanningszone
- B-linjer er diffust tilstede i mindst 2 skanningszoner på begge thoraxhalvdele

1.6.1 Kardielt interstitielt syndrom

Hos en akut syg medicinsk patient er kardielt betinget lungeødem en hyppig årsag til IS. Ved LUS ses typisk B-linjer deklivt og ved udtalt lungeødem ses multiple B-linjer overalt. Selve pleuralinjen fremtræder normal og intakt, og der ses ofte ledsagende pleuraeffusion og evt. kompressionsatektase. Forekomsten af B-linjer ved kardielt lungeødem er meget dynamisk. Dels optræder linjerne hurtigt efter debut af lunge-

ødemet og tilsvarende regredierer de hurtigt efter påbegyndt behandling. LUS er derfor et velegnet redskab til at monitorere effekten af den medicinske behandling. LUS' høje sensitivitet ved diagnostik af lungeødem gør at undersøgelsen for praktiske formål også kan anvendes til at udelukke lungeødem, hvis man ved LUS ikke finder tegn på IS (1,4,6).

1.6.2 Non-kardielt interstitielt syndrom

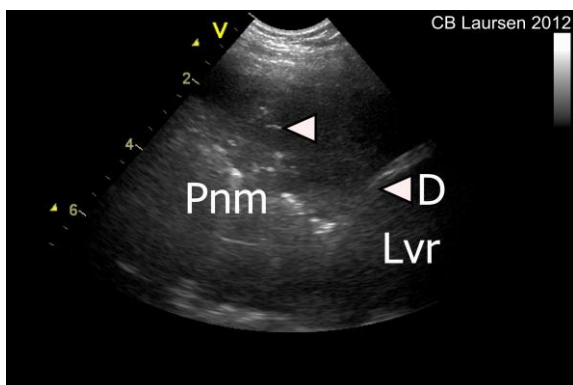
Hyppige differentialdiagnoser til kardielt lungeødem med IS er ARDS og interstitiel lungesygdom. Ved non-kardielt IS er B-linjerne ikke primært deklivt beliggende, og ved interstitiel lungesygdom fremstår pleuralinjen ofte uregelmæssig og hyperekkøisk (1). Ofte kan man med fordel supplere LUS med fokuseret ekkokardiografi (7).

1.7 LUNGEKONSOLIDERING

Lungekonsolidering fremtræder oftest med et hyperekkøisk, nærmest leverlignende mønster, men hypoekkøiske konsolideringer forekommer også, som ved f.eks. lungeemboli. Konsolideringerne kan både være skarpt og diffust afgrænsede fra det omkringliggende væv. Hyppige årsager til lungekonsolidering er pneumoni, lungeemboli, atelektase og tumor. Fravær af disse abnormiteter udelukker ikke lungekonsolidering, da LUS ikke kan visualisere lungekonsolidering gennem luftholdigt lungevæv (1-3).

1.7.1 Pneumoni

Karakteristiske fund er forekomsten af et diffust afgrænset hyperekkøisk område. I det konsoliderede væv ses talrige punktformede eller lineære hyperekkøiske områder analogt til luftbronkogrammer på røntgen af thorax eller CT (fig. 6).



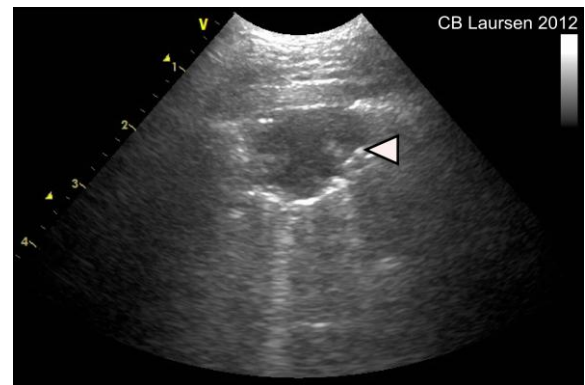
Figur 6. LUS fund ved pneumoni. Over leveren (Lvr) og diaphragma (D) ses en lobær pneumoni svarende til højre underlap (Pnm). Der ses talrige luftbronkogrammer repræsenteret ved spredte hyperekkøiske punktformede områder, hvoraf en er markeret med pil.

Luftbronkogrammer er et karakteristisk fund ved pneumonisk konsolidering i modsætning til konsolidering ved f.eks. lungeemboli eller atelektase (1-3).

1.7.2 Lungeemboli

Hos 75-80 % af patienter med lungeemboli kan LUS påvise perifer lungekonsolidering. Konsolideringen ses ofte som en homogen, hypoekk-

øisk, rund eller trekantet konsolidering, der er skarpt afgrænset i forhold til det omkringliggende lungevæv (fig. 7). Størrelsen af konsolideringerne varierer fra få millimeter til flere centimeter.

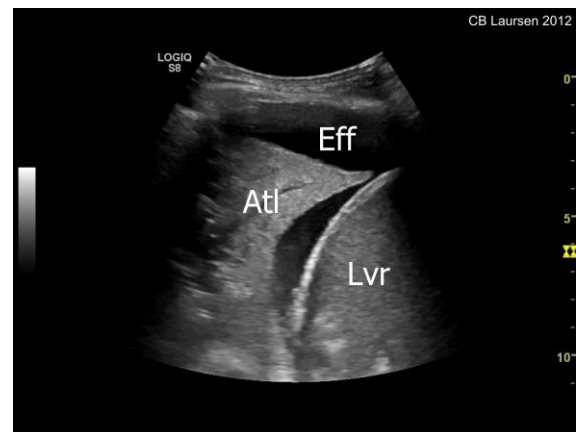


Figur 7. LUS fund ved lungeemboli. Markeret med pil ses en lille hypoekkøisk skarpt afgrænset konsolidering, foreneligt med lungeemboli.

I gennemsnit finder man 2-3 konsolideringer hos en patient med lungeemboli, men variationen i antallet af læsioner er stor. Ledsagende pleuraeffusion er et hyppigt bifund (1-3,6).

1.7.3 Atelektase

Ved atelektase er området i lungen tømt for luft, hvilket muliggør visualisering med LUS. Ved kompressionsatelektase (f.eks. pga. pleuraeffusion) ses en homogen hyperekkøisk konsolidering uden luftbronkogrammer. Atelektatisk lungevæv ses ofte bevægende sig i en vægtløs tilstand i den ledsagende pleuraeffusion (fig. 8).

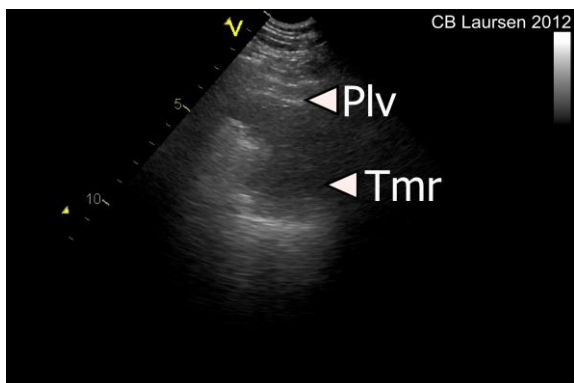


Figur 8. LUS fund ved pleuraeffusion (Eff) med deraf følgende kompressionsatelektase (Atl). Under diaphragma ses leveren (Lvr).

Ved obstruktionsatelektase (f.eks. endobronkial fremmedlegeme eller tumor) resorberes luften fra lungevæv og bronkier, der i stedet gradvist fyldes med væske. Med LUS vil dette fremtræde som en pneumonilignende konsolidering med den forskel, at der i stedet for luftbronkogrammer ses væskebronkogrammer. Disse ses som hypoekkøiske rørlignende strukturer i lungevævet. Morfologisk kan bronkierne forveksles med blodkar, men kan differentieres ved anvendelse af Doppler ultralydskanning (2,3).

1.7.4 Tumor

Morfologien er meget varierende, afhængigt af ætiologi og vaskularitet. Ofte vil en tumor fremstå hypoekkoisk, men moderat iso-hyperekoisk eller inhomogene tumorer med blandet ekkosignal ses også (fig. 9).



Figur 9. LUS fund ved tumor. Øverst i billedet ses pleuralinjen (Plv), hvorunder der ses et stort diffust afgrænset hypoekkoisk tumorsuspekt område uden synlige kar eller bronkogrammer (Tmr). Biopsi påviste ikke småcellet lungekarcinom.

Den variable morfologi gør det svært at adskille en tumor fra andre årsager til konsolidering. Tegn på indvækst i omkringliggende strukturer letter diagnosen (2).

1.7.5 Konsolidering med ukarakteristisk morfologi

Selvom man ud fra konsolideringernes LUS-morfologiske karakteristika ofte med rimelig sikkerhed kan differentiere mellem de ovennævnte årsager til lungekonsolidering, vil der dog være tvivlstilfælde. Her vil man ofte supplere med anden billeddiagnostisk modalitet og evt. biopsi. Avanceret LUS (f.eks. anvendelse af Doppler, spektral analyse eller ved anvendelse af kontrastforstærket ultralyd (CEUS)) kan også anvendes. Dette bør dog forbeholdes læger med regelret uddannelse heri (se afsnit 1.12).

1.8 PLEURAEFFUSION

Pleuraeffusion vil oftest med LUS ses som et mørkt, hypoekkoisk område beliggende imellem de to pleurablade (fig. 8). Ved diagnostisk uafklaret pleuraeffusion eller ved mistanke om parapneumonisk effusion/empyem bør man altid foretage UL vejledt diagnostisk punktur, da man ikke sikkert kan differentiere mellem disse tilstande med LUS. Følgende LUS "tommefingerregler" kan dog ofte anvendes indtil svar på pleuravæskeanalyser foreligger. Et transudat er som udgangspunkt homogent og anekkoisk (1-3). Eksudater er ofte anekkoiske, men ekkogeniteten kan være øget f.eks. parapneumonisk effusion, empyem, kylothorax og hæmothorax. Hyperekoiske "plankton", der svæver rundt i en effusion, tyder på et eksudat (1-3). Ved kompliceret parapneumonisk effusion og empyem ses ofte talrige septae og fortykkelse af pleura viscerale og pleura parietale. Den underliggende lunge er ofte fikseret uden respirationssynkron bevægelse pga. den kraftige inflammation og

pleurafortykkelse (2,3).

1.9 PNEUMOTHORAX

Ved pneumothoraxdiagnostik med LUS kan de karakteristiske fund pragmatisk inddeles i 3 kategorier (3):

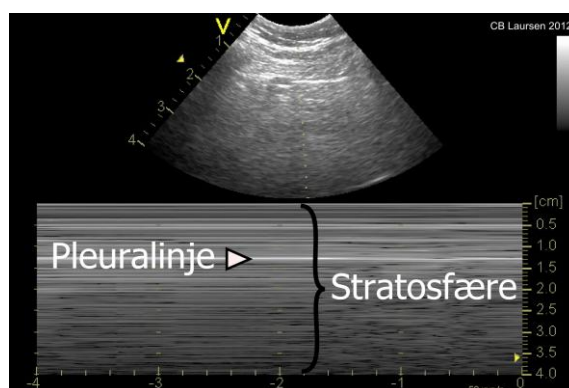
- Fund der udelukker pneumothorax
- Fund der tyder på pneumothorax
- Fund der er diagnostiske for pneumothorax

1.9.1 Fund der udelukker pneumothorax

Lung sliding og B-linjer kan kun visualiseres med LUS, når de to pleurablade er i kontakt med hinanden. Med patienten i liggende stilling, vil luften i pleurahulen ved en pneumothorax, placere sig anteriort i pleurahulen. Fund af *lung sliding* eller B-linjer anteriort på thorax vil derfor hos den liggende patient udelukke pneumothorax (1-3). Hos intuberede patienter med selektiv intubation af en hovedbronkus, vil man på den ikke-ventilerede lunge ofte kunne se hjertets bevægelse, der synkront med pulsen forplanter sig til lungen som en lille rykvis bevægelse af pleuralinjen. Fænomenet kaldes lungepuls og udelukker ligeledes pneumothorax (8).

1.9.2 Fund der tyder på pneumothorax

Manglende *lung sliding* tyder på pneumothorax, men kan også ses ved andre tilstande (f.eks. pleurale adhærencer, apnø, selektiv intubation af hovedbronkus), hvorfor det ikke er et sikkert diagnostisk tegn. Ved M-mode skanning af et område uden *lung sliding*, forsvinder det karakteristiske "strandkantstegn" (fig. 4). I stedet ses udelukkende horisontale linjer og ikke længere noget "grynet" område. Fundet benævnes "stratosfæretegn" (stratosphere sign) på grund af de horisontale linjers lighed med stratosfærens lagvise opbygning (fig. 10)



Figur 10. M-mode skanning med fund af stratosfæretegn (stratosphere sign).

Hos traumepatienter er pleurale adhærencer så sjældent forekommende, at man, såfremt patienten ikke er intuberet eller har apnø, kan anse manglende *lung sliding* som værende diagnostisk for pneumothorax (1-3,9).

1.9.3 Fund der er diagnostiske for pneumothorax

Ved pneumothorax er lungen (inkl. pleura viscerale) ofte stedvis i kontakt med pleura parietale. I

disse områder ses bevaret *lung sliding*. Ved respiration vil områderne med kontakt imellem pleurabladerne forflytte sig. Med ultralyd kan man direkte visualisere dette skift fra manglende kontakt til kontakt imellem pleurabladerne. Der ses et karakteristisk "pneumothoraxmønster" (ingen *lung sliding*) der skifter til et "ikke-pneumothoraxmønster" (B-linjer, *lung sliding*). Overgangspunkt kaldes *lung point* og anses som værende diagnostisk for pneumothorax (1-4).

1.10 OBSTRUKTIV LUNGESYGDOM

Hos patienter med kronisk obstruktiv lungesygdom og astma, vil man ved fokuseret LUS finde normale forhold. På trods af dette er fokuseret LUS hos denne patientgruppe særdeles anvendeligt, da man herved kan diagnosticere og ekskludere hyppige differentialdiagnoser og komplikationer til obstruktiv lungesygdom (1-4).

1.11 DOKUMENTATION

1.11.1 Journalnotat:

I journalen dokumenteres fund ved fokuseret LUS. Af notatet bør det fremgå, hvis det ikke har været muligt at skanne thorax' posteriore flader (f.eks. hvis patienten ikke har kunnet flyttes fra rygleje).

1.11.2 Billedokumentation:

Der skal i videst muligt omfang gemmes billeder/klip af evt. patologi til dokumentation og sammenligning ved fornyet LUS.

1.12 UDDANNELSE OG CERTIFICERING

Der er fortsat kun få studier der belyser, hvilken uddannelse der kræves for at opnå tilfredsstillende kompetenceniveau i fokuseret LUS. Disse studier tyder dog på, at man med et simpelt basiskursus og forholdsvist få superviserede skanninger kan opnå tilfredsstillende teoretiske og basale praktiske kundskaber. Der foreligger endnu ingen internationale eller danske rekommandationer for uddannelse og certificering i fokuseret LUS. Uddannelse og certificering i regelret LUS og avanceret LUS bør følge retningslinjer fra det europæiske selskab for diagnostisk ultralyd (10). Kurser der er godkendt af Dansk Ultralyddiagnostisk Selskab (DUDS) kan findes på selskabets hjemmeside (11).

1.13 REFERENCER

1. Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M et al. International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Med.* 2012;4:577-91.
2. Mathis G, Sparchez Z, Volpicelli G. EFSUMB – European Course Book: Chest Sonography (2010). Available online at <http://www.efsumb.org>
3. Laursen CB, Knudsen L, Sloth E. Lungultralydskanning (LUS). I: Bitsch M, Jensen F red. Klinisk ultralydskanning. København: FADL's Forlag; 2011. s.167 – 179.
4. Lichtenstein D, Mezière G. Relevance of Lung Ultrasound in the Diagnosis of

Acute Respiratory Failure. The BLUE Protocol. *Chest* 2008;134:117-125.

5. Bitsch M, Jensen F red. Klinisk Ultralydskanning. København: FADL's Forlag; 2011.
6. Mathis G, Blank W, Reißig A et al. Thoracic ultrasound for diagnosing pulmonary embolism. A prospective multicenter study of 352 patients. *Chest* 2005;128:1531-1538.
7. Jensen MB, Sloth E, Larsen KM et al. Transthoracic echocardiography for cardiopulmonary monitoring in intensive care. *Eur J Anaesthesiol.* 2004;21:700-707.
8. Lichtenstein DA, Lascols N, Prin S et al. The "lung pulse": an early ultrasound sign of complete atelectasis. *Intensive Care Med.* 2003;29:2187-92.
9. Soldati G, Testa A, Sher S et al. Occult traumatic pneumothorax: diagnostic accuracy of lung ultrasonography in the emergency department. *Chest.* 2008:204-11.
10. Minimum training requirements for the practice of medical ultrasound in Europe. Appendix 11: Thoracic Ultrasound. European Federation of Societies for Ultrasound in Medicine and Biology. (EFSUMB). Available online at <http://www.efsumb.org>
11. www.duds.dk