Lungenultraschall zur Differenzialdiagnose der Atemnot

Lung Ultrasound in Differential Diagnosis of Dyspnea

Gebhard Mathis

Rankweil, Österreich

Zusammenfassung: Lungenultraschall bietet bei vielen Ursachen von Atemnot eine sofortige Diagnose im Einklang mit dem klinischen Bild: Pleuraergüsse, Lungenödem, Pneumonie, Lungenembolie und interstitielle Lungenerkrankungen. Das Thoraxröntgen ist bei den meisten dieser Fragen unterlegen. Die Computertomografie, als Goldstandard gesehen, zeigt ähnliche diagnostische Treffsicherheit. Diese ist jedoch aufwändiger betreffend Transportlogistik, Strahlenbelastung und Kosten.

Schlüsselwörter: Lungenultraschall, Pleuraerguss, Pneumonie, Lungenembolie, Interstitielle Lungenerkrankungen

Abstract: Lung ultrasound offers an immediate diagnosis in accordance with the clinical examination in many causes of dyspnea: pleural effusion, pulmonary edema, pneumonia, pulmonary embolism and interstitial lung diseases. At first level exam, CXR, despite its intrinsic limitations and low accuracy, may still play a relevant role. CT scan remains the gold standard, but it requires patient transportation and use of radiation, which precludes an extensive use especially within the same patient. Lung ultrasound, after proper training of the physician, is able to provide greater accuracy than CXR and similar accuracy to the CT scan.

Keywords: Lung ultrasound, pleural effusion, pneumonia, pulmonary embolism, interstitial lung disease

Résumé: L'échographie pulmonaire permet un diagnostic immédiat de nombreuses causes de détresse respiratoire en fonction du tableau clinique : épanchements pleuraux, œdème pulmonaire, pneumonie, embolie pulmonaire et maladie pulmonaire interstitielle. La radiographie du thorax est inférieure dans la plupart de ces cas. La tomographie par ordinateur, considérée comme l'étalon-or, présente une précision diagnostique similaire. Cependant, elle est plus complexe en termes de logistique de transport, d'exposition aux rayonnements et de coûts.

Mots-clés: Echographie pulmonaire, épanchement pleural, pneumonie, embolie pulmonaire, maladies pulmonaires interstitielles

Einleitung und Hintergrund

Dyspnoe ist ein häufiges Symptom in vielen Bereichen – in der Praxis, in der Notaufnahme, wie auch auf der Intensivstation. Patientinnen und Patienten empfinden Atemnot oft als lebensbedrohlich, sodass rasche Abklärung und Therapie erforderlich sind. Nach der Anamnese ist eine gründliche körperliche Untersuchung oft schon zielführend. Das Stethoskop vernimmt Giemen und Rasselgeräusche. Doch wird das Stethoskop besonders an der Lunge zunehmend durch die Sonografie ersetzt, einerseits durch unzählige wissenschaftliche Arbeiten zum praktischen Einsatz, andererseits durch die Entwicklung portabler Geräte, die in die Kitteltasche passen und überall eingesetzt werden können [1]. Wir erleben derzeit einen Paradigmenwechsel sondergleichen: «Stop listening – look!» [2]. In einer italienischen Multicenterstudie mit 2683 Patientinnen und Patienten wurde in der Notaufnahme der Einsatz der

Lungenultraschall mit der üblichen Notfall-Standarddiagnostik verglichen. Lungenultraschall (LUS) und Standarddiagnostik zeigen gute Übereinstimmung ($k = 0,71$). LUS ist signifikant sensitiver bei Herzversagen. Der springende Punkt: Die Zeit bis zur Diagnose mit Ultraschall betrug 24 min, mit Standardvorgehen 186 min. Patientinnen und Patienten bekommen mit Ultraschall schneller eine entsprechende Therapie, beträchtliche personelle und strukturelle Ressourcen werden eingespart [3]. Das Thoraxröntgen wird wohl weiterhin Indikationen haben, ist jedoch in vielen Fragen dem LUS unterlegen. Der LUS hat in vielen Bereichen ähnliche Ergebnisse wie die Computertomo-

Im Artikel verwendete Abkürzungen

COPD	Chronisch-obstruktive Lungenerkrankung
CT	Computertomografie
ILE	Interstitielle Lungenerkrankung
LUS	Lungenultraschall

grafie (CT), die als Goldstandard gilt, jedoch mit Strahlenbelastung und Transport verbunden ist. Daher wird der Einsatz des LUS zunehmend auch von Fachgesellschaften empfohlen [4]. Diese Kurzübersicht versucht die Chancen der Notfallsonografie der Lunge bei Atemnot anhand der häufigsten Differenzialdiagnosen darzustellen.

Pleuraerguss

Schon lange ist bekannt, dass Flüssigkeit im Pleuraraum ab physiologischen Mengen von 5 ml dargestellt werden kann [5]. Ausgedehnte Pleuraergüsse verursachen Atemnot. Eine exakte Volumenmessung gelingt mit keinem bildgebenden Verfahren, da diese Ergüsse sehr vielgestaltig sind. Es gibt einige Formeln zur Volumenabschätzung, wie beispielsweise: maximale kraniokaudale + subpulmonale Ergusshöhe in mm $\times$ 70 = Volumen. Ist Dyspnoe die Ursache, kann unmittelbar mit ultraschallgeführter Punktion entlastet und das Punktat bei unklarer Genese einer entsprechenden Labor Diagnostik zugeführt werden [6]. Ein kardialer Stauungserguss ist in aller Regel echolos, so lange er nicht punktiert wird. Pleuraempyeme haben meistens Binnenechos und Septen wie auch maligne Ergüsse (Abb. 1). Knotenbildungen sind immer malignitätsverdächtig. Jedoch ist eine ätiologische Zuordnung auf Grund des sonografischen Bildes letztlich nicht möglich [7].

Pneumothorax

Ein Pneumothorax lässt sich als Ursache akuter Atemnot sonografisch rasch ausschliessen bzw. darstellen. Die Zeichen sind: Es fehlen Lungengleiten, vertikale Artefakte und der Lungenpuls. Der Lungenpunkt, der Übergang vom Pneumothorax zur belüfteten Lunge, ist das sicherste Zeichen [8]. Wenn alle diese Kriterien untersucht werden, liegt die Treffsicherheit des LUS über 90 %, vergleichbar mit der CT und deutlich besser als beim Thoraxröntgen.

Die Ausdehnung eines Pneumothorax kann jedoch sonografisch nicht beurteilt werden. Dazu ist weitere radiologische Bildgebung nötig. Bei akuter Atemnot und dem Nachweis eines Pneumothorax kann jedoch sofort drainiert werden.

Lungenödem – «Interstitielles Syndrom»

Daniel Lichtenstein hat bereits 1998 festgestellt, dass mit LUS zwischen einem Lungenödem und einer exazerbierten COPD differenziert werden kann, wenn man von der Pleura ausgehende Kometenschweifartefakte darstellt oder ausschliesst [9]. In der Internationalen Konsensuskonferenz wurden dann 2011 diese vertikalen Artefakte als B-Linien wie folgt definiert: drei oder mehr B-Linien in einem interkostalen Längsschnitt, ausgehend von der Pleura, laserartig bis an den unteren Rand des Bildschirms reichend mit homogener Verteilung, sich atemabhängig bewegend. Die Möglichkeit eines «interstitiellen Syndroms» mit B-Linien wurde damals auf verschiedene weitere Lungenerkrankungen ausgeweitet [8]. Dies hat zu einem übertriebenen B-Linien-Hype geführt, indem diese zu oft beschrieben wurden, ohne die definierten Kriterien zu beachten. Um die Spezifität dieser vertikalen Artefakte zu verbessern, ist es erforderlich, die Bezeichnung B-Linien auf den «Sound of Lung Water» also auf das Lungenödem verschiedener Genese, zu beschränken, um die Spezifität zu verbessern. Vertikale Artefakte an der Lunge, die mit pleuralen Veränderungen einhergehen, sollten daher wie früher als Kometenschweife bezeichnet werden [10–12].

Pneumonie

Pneumonische Lungenkonsolidierungen stellen sich durch typische sonomorphologische Kriterien dar: echoarme Lä-

Abbildung 1. 62-jähriger Patient mit hohem Fieber, Husten und Atemnot. Vorausgegangen ist eine Aspirationspneumonie. (a) Thoraxröntgen mit weitgehender rechtsseitiger Verschattung. (b) In der CT zeigen sich einzelne Septen. (c) Sonografisch kommen ausgeprägte Kometen zur Darstellung. Erfolgreiche ultraschallgeführte Drainage.

sionen mit verzerrten Rändern, dynamische Bronchoaerogramme, reguläre Durchblutung und parapneumonische Ergüsse in 55 % (Abb. 2). Pneumonien können sonografisch betseitig dargestellt werden. Die Wiederbelüftung korreliert gut mit dem klinischen Verlauf [13, 14]. Das Bronchoaerogramm ist im Gegensatz zu einer Obturationsatektase dynamisch [15]. In mehreren Metanalysen wurde der LUS mit der CT evaluiert. Dabei zeigt sich für der LUS eine Sensitivität von 88–97 % und eine Spezifität von 90–96 %. Dies bedeutet weniger Weiterüberweisungen, Einsparung von Ressourcen und geringere Infektionsgefahr (COVID). Das Thoraxröntgen hingegen wies eine gepoolte Sensitivität von 77 % und eine Spezifität von 91 % auf. Daher sollte LUS das Thoraxröntgen in der bildgebenden Diagnostik der ambulant erworbenen Pneumonie ersetzen [16].

Lungenembolie

Bei Thromboembolie zeigen sich im LUS eher kleine (durchschnittlich 2,3 cm) subpleurale Lungenkonsolidierungen: scharf begrenzt, überwiegend triangulär und ohne zentrale Durchblutung (Abb. 3). Viele Patientinnen und Patienten haben Atemnot, einen pleuritischen Schmerz oder ein lokalisiertes Unbehagen. Zwei Drittel der Lungeninfarkte finden sich in den dorsobasalen Lungensegmenten [17]. Wie Metaanalysen zeigen, ist die Treffsicherheit des LUS allein schon hoch. In Kombination mit der Kompressionssonografie der Beinvenen und einer fokussierten Echokardiografie je nach klinischem Bild (Triple-Mode-Ultrasound) liegt die Treffsicherheit deutlich über 90 % [18, 19].

Interstitielle Lungenkrankheiten

Neuerdings findet LUS auch Eingang in Diagnostik und Therapiekontrolle bei interstitieller Lungenerkrankung

Abbildung 2. 29-jährigen Patientin mit Dyspnoe und Fieber, leichtes Unbehagen links thorakal. H1N1-Viruspneumonie mit bakterieller Superinfektion.

Abbildung 3. Junge Frau mit Beinvenenthrombose und inspiratorischem Schmerz. Typisches Bild eines Lungeninfarktes.

Abbildung 4. 26-jähriger Mann, der sich beim Biken verkühlt hat. Bei lokalen Schmerzen weist der LUS mit ausgedehntem Befall der linken Lunge auf eine ILE. Zusätzlich hatte er einen subklavikulären inflammatorischen Lymphknoten: Sarkoidose.

(ILE). Dabei zeigt sich sonografisch eine verdickte und irreguläre Pleura mit vermehrten Kometenschweifartefakten über weite Lungenanteile (Abb. 4). Dadurch ist bei Atemnot die Frühdiagnose einer ILE möglich. Anhand der typischen Veränderungen ist der Schweregrad auch im Verlauf bzw. als Therapiekontrolle neben den weiteren Labor- und Atemfunktionsuntersuchungen beurteilbar [20, 21].

Key messages

- Die Interpretation von Lungenultraschallbefunden kann nur im Einklang mit dem klinischen Bild und den Laborbefunden zielführend erfolgen.
- Der Lungenultraschall eröffnet noch weitgehend unbedachte Möglichkeiten in der Differenzialdiagnose der Dyspnoe unmittelbar nach der klinischen Untersuchung, mit der Chance auf sofortige Einleitung einer entsprechenden Therapie.

Lernfragen

1. Im Ultraschallbild der Pneumonie ist am häufigsten:
 - a) Pleuraerguss
 - b) Bronchoaerogramm
 - c) Fluidobronchogramm
2. Lungeninfarkte sind durchschnittlich wie gross?
 - a) 5 cm
 - b) 2,5 cm
 - c) 1 cm
3. Interstitielle Lungenkrankheiten zeigen vorwiegend ...
 - a) eine irreguläre Pleura.
 - b) Lungenkonsolidierungen.
 - c) Pleuraergüsse.

Bibliografie

1. Gillman LM, Kirkpatrick AW: Portable bedside ultrasound: the visual stethoscope of the 21st century. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med* 2012; 20: 18–26.
2. Solomon SD, Saldana F: Point-of-care ultrasound in medical education – Stop Listening and Look. *N Engl J Med* 2014; 370: 1083–1085.
3. Zanobetti M, Scorpiniti M, Gigli C: Point-of-care ultrasonography for evaluation of acute Dyspnea in the ED. *Chest* 2017; 151: 1295–1301.
4. Chiumello D, Sferazza Papa GF, Artigas A, et al.: ERS statement on chest imaging in acute respiratory failure. *Eur Respir J* 2019; 19: 94.
5. Kocijancic KV, Vidmar G, Kocijancic I: Sonographic evaluation of pleural fluid in a large group of adult healthy individuals – end trial results. *Coll Antropol* 2009; 33: 805–10.
6. Reuß J: Sonographie der Pleura. *Ultraschall Med* 2010; 31: 8–25.
7. Mathis G: Solide Pleuraveränderungen im Ultraschall. *Praxis* 2017; 106: 641–645.8
8. Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, et al.: International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Med* 2012; 38: 577–591.
9. Lichtenstein D, Meziere G: A lung ultrasound sign allowing bedside distinction between pulmonary edema and COPD: the comet-tail artifact. *Intensive Care Med* 1998; 24: 1331–1234.

10. Soldati G, Demi M, Demi L: Ultrasound patterns of pulmonary edema. *Ann Transl Med* 2019. doi: 10.21037/atm.2019.01.49.
11. Dietrich CF, Mathis G, Blaivas M, et al.: Lung artefacts and their use. *Med Ultrason* 2016; 18: 488–499.
12. Mathis G, Horn R, Morf S, et al.: WFUMB-Position paper on reverberation artefacts in lung ultrasound: B-lines or comet-tails? *USMedBiol*, submitted 2020.
13. Gehmacher O, Mathis G, Kopf A, et al.: Ultrasound imaging of pneumonia. *Ultrasound Med Biol* 1995; 21: 1119–1122.
14. Reissig A, Copetti R, Mathis G, et al.: Lung ultrasound in the diagnosis and follow-up of community-acquired pneumonia. A prospective multicentre diagnostic accuracy study. *Chest* 2012; 142: 965–972.
15. Lichtenstein D, Meziere G, Seitz J: The dynamic airbronchogram. A lung ultrasound sign of alveolar consolidation ruling out atelectasis. *Chest* 2009; 135: 1421–1425.
16. Mathis G. Pneumonie: Ersetzt der Ultraschall das Thoraxröntgen? *Praxis* 2018; 107: 1–5.
17. Mathis G, Blank W, Reißig A, et al.: Thoracic ultrasound for the diagnosing pulmonary embolism. A prospective multicenter study of 352 patients. *Chest* 2005; 128: 1531–1538.
18. Zhu R, Ma XC: Clinical value of ultrasonography in diagnosis or pulmonary embolism in critically ill patients. *J Trans Int Med* 2017; 5: 200–204.
19. Mathis G: Triple ultrasound in diagnosis of thromboembolism. *EC Pulmonol Respir Med* 2019; 8.2: 162–168.
20. Asano M, Watanabe H, Sato K, et al.: Validity of lung comets for assessment of the severity of interstitial pneumonia. *J Ultrasound Med* 2018; 37: 1523–1531.
21. Zhu WW, Li YD, Li H, et al.: Integrative cardiopulmonary ultrasound for interstitial lung disease assessment: correlation between lung ultrasound performance and cardiac involvement. *Ultrasound Med Biol* 2017; 43: 744–752.

Manuskript akzeptiert: 30.03.2020

Prof. Dr. Gebhard Mathis

Internist
Dr. Summer-Str. 3
6830 Rankweil
Österreich

gebhard.mathis@cable.vol.at

Antworten auf die Lernfragen:
1. Antwort b) ist richtig.
2. Antwort b) ist richtig.
3. Antwort a) ist richtig.