

Lungensonografie in der Geburtshilfe bei COVID-19

Lung Sonography in Obstetrics during COVID-19



Autoren

Florian Recker^{1*}, Eva Weber^{2*}, Brigitte Strizek², Ulrich Gembruch², Armin Seibel³

Institute

- 1 Zentrum für Frauenheilkunde und Geburtshilfe, Universitätsklinikum Bonn, Bonn
- 2 Abteilung für Geburtshilfe und Pränatale Medizin, Universitätsklinikum Bonn, Bonn
- 3 Abteilung für Anästhesiologie, Intensiv- und Notfallmedizin, Diakonie Klinikum Jung-Stilling, Siegen

Key words

obstetrics, lung ultrasound scan, training

Schlüsselwörter

Geburtshilfe, Lungensonographie, Ausbildung

eingereicht 19. 6. 2020

angenommen nach Revision 26. 7. 2020

Bibliografie

Geburtsh Frauenheilk 2020; 80: 1026–1033

DOI 10.1055/a-1228-4242

ISSN 0016-5751

© 2020. The Author(s). This is an open access article published by Thieme under the terms of the Creative Commons Attribution-NonDerivative-NonCommercial-License, permitting copying and reproduction so long as the original work is given appropriate credit. Contents may not be used for commercial purposes, or adapted, remixed, transformed or built upon. (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Korrespondenzadresse

Dr. Florian Recker
Universitätsklinikum Bonn, Zentrum für Geburtshilfe und Frauenheilkunde
Venusberg Campus 1, 53127 Bonn, Deutschland
florian.recker@ukbonn.de

ZUSAMMENFASSUNG

In der gegenwärtigen Pandemiesituation des Coronavirus SARS-CoV-2 stellen sich einige Patienten als kritisch krank dar. Häufig treten Lungenpathologien auf, einige Patienten entwickeln sogar ein akutes Atemnotsyndrom (ARDS), das zu einer Intubation und künstlichen Beatmung des kritisch kranken Patienten führt. Die Bildgebung der Lunge ist für die Diagnose, die Beurteilung des Krankheitsverlaufs und die Therapie absolut notwendig. Insbesondere im Bereich der Gynäkologie und Geburtshilfe (OBGYN) kann der Lungensonographie ein ergänzendes Hilfsmittel für schwangere Patientinnen im Kreißsaal sein. Da Geburtshelfer die Ultraschallbildgebung in ihrer täglichen Routine in hohem Maße nutzen, kann der Lungensonographie in einer Pandemiesituation die routinemäßige pränatale Bildgebung erweitert werden. Er kann einen wichtigen zusätzlichen Aspekt bieten, insbesondere im Bereich der Geburtshilfe, wo die Indikationen für eine strahlenemittierende Bildgebung besonders restriktiv sein sollten. Bei sonografischem Verdacht auf eine Beteiligung der Lunge sollte je nach Symptomatik und sonomorphologischem Ausmaß der Befunde eine stationäre Aufnahme mit enger fetaler und mütterlicher Überwachung erwogen werden.

ABSTRACT

In the current coronavirus SARS-CoV-2 pandemic, certain patients are becoming seriously ill. Lung pathologies are common, and some patients even go on to develop acute respiratory distress syndrome (ARDS), which requires intubation and artificial respiration of the critically ill patient. Imaging of the lung is absolutely necessary to obtain a diagnosis, assess the course of disease and for treatment. Particularly in gynecology and obstetrics (OBGYN), ultrasound scans of the lung can be a useful additional tool when caring for pregnant patients in the delivery room. As obstetricians use ultrasound imaging a lot in routine clinical practice, in the current pandemic setting, routine prenatal imaging screening could be expanded by the addition of ultrasound scans of the lung. Lung sonography can offer important additional information, particularly in obstetrics where the indications for radiation-emitting imaging are particularly restrictive. If there is a sonographic suspicion of lung involvement, then, depending on the symptoms and the morphological extent of the ultrasound findings, it

* trugen gleichermaßen bei

may be necessary to consider admitting the patient to hospital for close fetal and maternal monitoring.

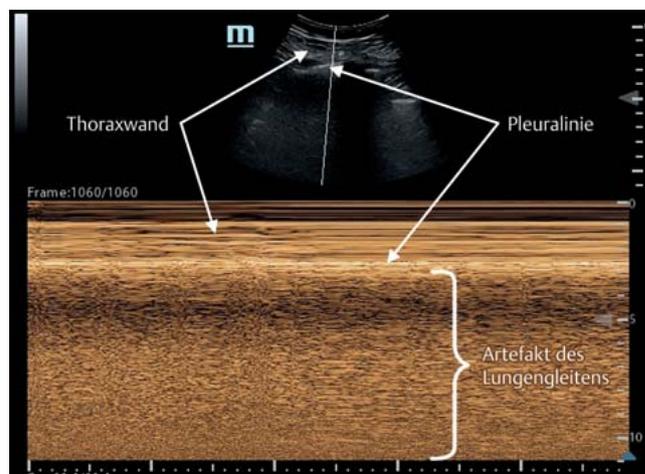
Hintergrund

Das neue Coronavirus (SARS-CoV-2) ist ein neuer Stamm des Coronavirus, der die 2019 erstmalig diagnostizierte Corona Virus Disease (COVID-19) verursacht und erstmals in Wuhan, China, identifiziert wurde. Andere Coronavirus-Infektionen sind die Erkältung (HCoV 229E, NL63, OC43 und HKU1), das Nahost-Atemwegssyndrom (MERS-CoV) und das schwere akute Atemwegssyndrom (SARS-CoV).

Die meisten Fälle von COVID-19 weltweit weisen auf eine Übertragung von Mensch zu Mensch hin. Dieses Virus kann leicht aus Atemwegssekreten und Fäkalien isoliert werden.

Hinsichtlich der vertikalen Übertragung sind einige Fallberichte aus China zu dem Schluss gekommen, dass es hierfür aktuell keine Hinweise gibt [1–5]. Nach aktuellem Stand ist es nicht sicher, dass der Fetus innerhalb der Schwangerschaft nicht einer COVID-19-Infektion exponiert wird [6]. In einer von Chen et al. [5] veröffentlichten Fallserie wurden Fruchtwasser, Nabelschnurblut, neonatale Rachenabstriche und Muttermilchproben von COVID-19-infizierten Müttern getestet, wobei alle Proben negativ auf das Virus getestet wurden. Nach aktueller Datenlagen kann davon ausgegangen werden, dass der klinische Verlauf der COVID-19-Krankheit durch eine Schwangerschaft verkompliziert und mit einer höheren Sterblichkeitsrate verbunden sein könnte. Ebenfalls wird aktuell davon ausgegangen, dass eine Übertragung von der Mutter auf das Kind in der Gebärmutter unwahrscheinlich ist. Stillen ist möglich, sobald eine Infektion ausgeschlossen oder die Krankheit für geheilt erklärt worden ist [7].

Jedoch können schwangere Frauen selbst eine symptomatische Atemwegsinfektion entwickeln, sodass eine Lungenuntersuchung Bestandteil einer klinischen Bewertung sein sollte. Eine große Fallserie aus China mit 1014 Patienten deutet an, dass eine Thorax-CT-Untersuchung aufgrund höherer Sensitivität für eine COVID-19-Infektion im Vergleich zur PCR als Bildgebung der Wahl bei Verdachtsfällen zum Einsatz kommen sollte [8]. Doch gerade die CT entwickelt eine Strahlenexposition, die bei schwangeren Patientinnen nach Möglichkeit zu vermeiden ist [9]. Huang et al. konnten in einer vergleichenden Untersuchung bei COVID-19-Patienten zeigen, dass die radiologischen CT-Befunde sehr gut mittels Lungensonografie nachvollzogen werden konnten [10]. Die bei einer Low-Dose-CT entstehende Strahlenexposition entspricht in etwa einer konventionellen Thoraxaufnahme [11]. Die Ultraschalluntersuchung der Lunge kann daher besonders für die Beurteilung der Lungen schwangerer Frauen von hohem diagnostischen Nutzen sein. Dabei sollte bedacht werden, dass die Lungensonografie als Teil des Point-of-Care-Ultraschalls (POCUS) ohne spezielle technische Spezifika als begleitendes klinisches Instrument eingesetzt werden kann. Geburtshelfer/Gynäkologen (OB-GYN) nutzen die Sonografie in ihrer alltäglichen Routine; eine Untersuchung der Lunge kurz nach der geburtshilflichen Ultraschalluntersuchung ist somit auch für Geburtshelfer und Gynäkologen problemlos durchführbar und sei es nur, um das Vorhandensein



► **Abb. 1** Dokumentation des normalen Lungengleitens im M-Mode: „Seashore Sign“.

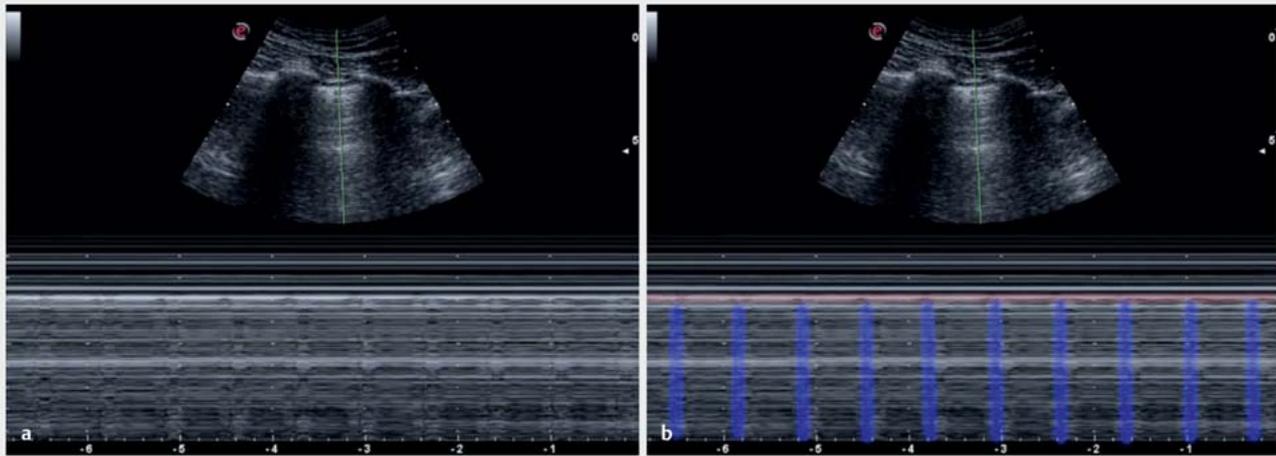
oder Fehlen einer Normalität festzustellen und den Bedarf an weiterer fachärztlicher Betreuung zu vermitteln [12].

Im Vordergrund stehen bei COVID-19 interstitielle Lungenpathologien bis hin zum akuten respiratorischen Atemnotsyndrom (ARDS). Zur Diagnostik, Verlaufsbeurteilung und Therapiesteuerung ist eine Bildgebung notwendig, meist in Form eines CT Thorax [8]. Die aktuell veröffentlichten Empfehlungen zur intensivmedizinischen Therapie von Patienten mit COVID-19 der deutschen intensivmedizinischen Fachgesellschaften formulieren dazu jedoch: Bettseitige Untersuchungen (Ultraschall) werden bevorzugt [13]. Auch die Deutsche Gesellschaft für Ultraschall in der Medizin (DEGUM) hat in diesem Kontext ein strukturiertes Lungensonografieprotokoll entworfen [14].

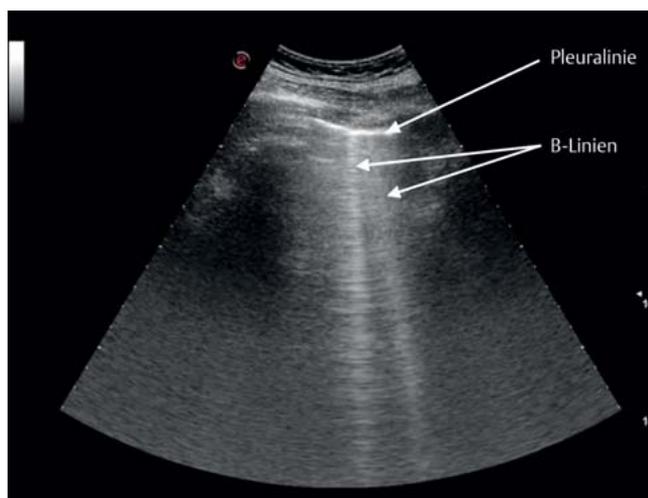
Grundlagen der Lungensonografie

Die konventionelle Sonografie zeigt als Schnittbilduntersuchung im „B-Mode“ die 2-dimensionale Abbildung der Gewebestrukturen. Im Gegensatz dazu zieht die Lungensonografie ihren Nutzen vor allem aus der Entwicklung typischer Artefakte, die durch das Auftreffen der Ultraschallwellen auf die mehr oder weniger mit Luft gefüllte Lunge entstehen und neben charakteristischen sonomorphologischen Befunden für die sonografische Differenzialdiagnostik herangezogen werden können. Hierzu gehören:

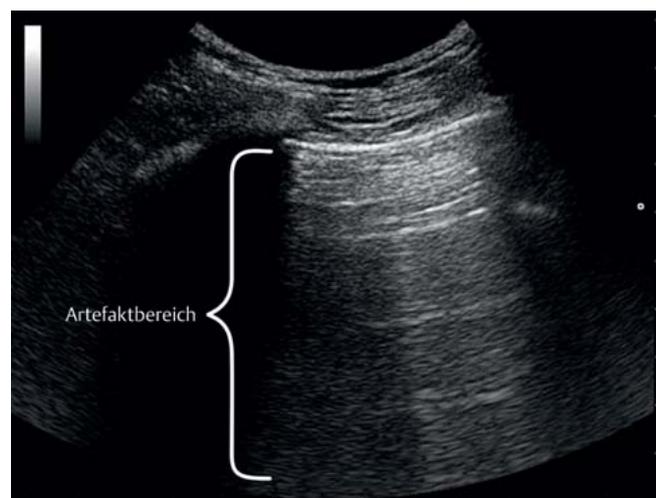
- Lungengleiten (Normalbefund, der durch das atemsynchrone Gegeneinandergleiten der Pleurablätter entsteht. Im M-Mode als „Seashore Sign“ dokumentierbar ► **Abb. 1**.)
- Lungenpuls (Normalbefund, entsteht durch die mechanische Übertragung des Herzschlages und der arteriellen Pulswellen in den pulmonalen Arterien. Als Bild im M-Mode dokumentierbar ► **Abb. 2**.)



► **Abb. 2** Dokumentation des Lungenpulses im M-Mode. Die vertikalen Bewegungsartefakte des Herzschlags (b, blau) beginnen erst an der Pleuralinie (b, rot). Artefaktlinien, die oberhalb der Pleuralinie beginnen, dürfen nicht als Lungenpuls fehlinterpretiert werden.



► **Abb. 3** B-Linien sind als hyperechogene vertikale Artefaktlinien definiert, die laserartig von der Pleuralinie bis zum Ende des Sonogramms ziehen und synchron mit dem Lungengleiten bewegt werden. Sie entstehen an punktuellen subpleuralen Grenzflächen von flüssigkeitsgefüllten und angrenzenden luftgefüllten Alveolen oder ödematösen Interlobarsepten und Alveolarluft.



► **Abb. 4** Reverberationen sind multiple Wiederholungsechos der Strukturen der Thoraxwand, die im Bildbereich unterhalb der Pleuralinie zur Darstellung kommen. Die horizontal verlaufenden Reverberationslinien unterhalb der Pleuralinie entstehen also nicht als Reflexionen tatsächlicher Strukturen in dieser Tiefe, sondern sind lediglich Artefakte, da die Ultraschallwellen an der unmittelbaren subpleuralen Luft bereits vollständig reflektiert wurden.

- Lungenpunkt (pathologischer Befund zur Diagnose eines Pneumothorax)
- B-Linien (hyperechogene schmale vertikale Artefaktlinie, die von minimalen subpleuralen Flüssigkeitsansammlungen ausgeht, vereinzelt auftretend normal, bei Häufung Anzeichen für pathologische subpleurale Flüssigkeitsbelastung [► **Abb. 3**])
- Reverberationsartefakte (Normalbefund, entstehen durch die Totalreflexion des Ultraschall bei Auftreffen auf Luft [► **Abb. 4**])
- Pleuraergüsse
- subpleurale Lungenkonsolidierungen (Infiltrate, Atelektasen)

Lungensonografische Befunde bei COVID-19

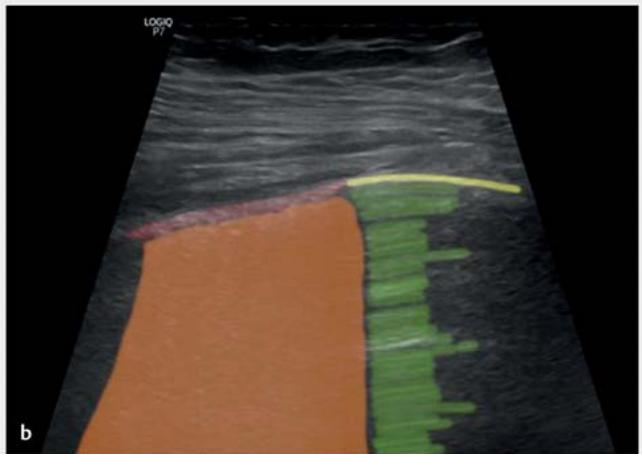
Bei der pulmonalen Manifestation von COVID-19 zeigen die CT-Untersuchungen nur sehr selten zentral-pulmonale Infiltrate. Als Grund für die überwiegend in der Lungenperipherie anzutreffenden Pathologien wird die sehr geringe Größe des SARS-CoV-2 angenommen. Die im Rahmen der Krankheitsentwicklung entstehenden strukturellen Veränderungen führen zu einer progredienten Verdrängung der subpleuralen alveolären Luft im betroffenen Lungenareal. Mithilfe der Lungensonografie können für die ver-



► **Abb. 5** Multiple B-Linien. Als multiple B-Linien werden mehr als 2 B-Linien innerhalb eines Interkostalraums bezeichnet. Der Grund für die Entwicklung von multiplen B-Linien ist eine erhöhte subpleurale Flüssigkeitsbelastung, deren Ursache organübergreifend (kardial, neurogen oder toxisch) oder fokal innerhalb der Lunge zu suchen ist.



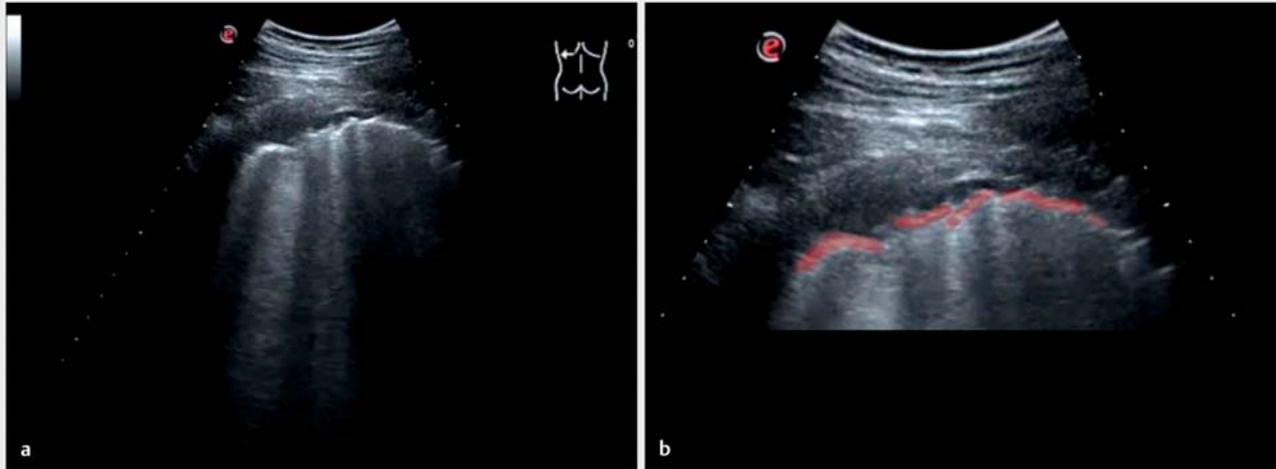
► **Abb. 6** Konfluierende B-Linien. Mit weiterer Zunahme der subpleuralen Flüssigkeit gehen die einzelnen B-Linien verstärkt ineinander über und sind nicht mehr als einzelne Artefaktlinien zu diskriminieren. Es resultiert das Bild einer sonografisch weißen Lunge.



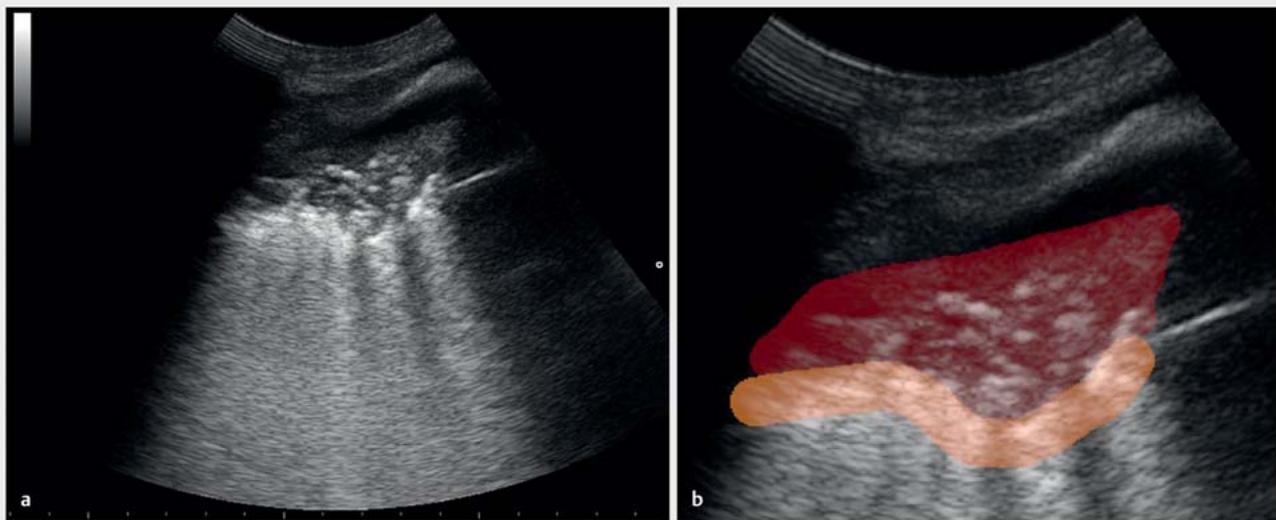
► **Abb. 7** Verdickte Pleura. Unmittelbar subpleural lokalisierte Entzündungsreaktionen reduzieren den alveolären Luftgehalt, was zu einem Konturverlust der sonografischen Pleuralinie führt. Die Pleuralinie erscheint verdickt, aber auch kontrastärmer. Das Bild zeigt den typischen Befund einer lokal begrenzten subpleuralen Inflammation mit verdickt erscheinender unscharfer Pleuralinie (rot) unmittelbar neben einem normalen Areal mit schmaler, scharf konturierter Pleuralinie (gelb). Unterhalb der Pleuralinie sind nur im normalen Bereich Reverberationen (grün) erkennbar. Diese Konstellation ist auch bei COVID-19-Patienten im Anfangsstadium der Erkrankung zu finden.

schiedenen Stadien der subpleuralen Belüftungsstörungen charakteristische artefaktbasierte bildmorphologische Korrelate identifiziert werden. Zu diesen lungensonografischen Befunden zählen [15]:

- fokal auftretende multiple bis konfluierende B-Linien (► **Abb. 5** und **6**)
- fokale Verdickungen, Unregelmäßigkeiten und Fragmentierungen der Pleuralinie (► **Abb. 7** und **8**)
- großvariable subpleurale Verdichtungen (Konsolidierungen) (► **Abb. 9**)
- irreguläre Beteiligung verschiedener benachbarter Pleuraabschnitte, mit ausgesparten (noch) normalen Regionen
- größere Pleuraergüsse sind selten, allenfalls minimale Randwinkelergüsse (bei Abwesenheit anderer Pathologien)



► **Abb. 8** Unregelmäßige und fragmentierte Pleura. Durch die Zunahme der Inflammation im peripheren Lungengewebe breitet sich die resultierende alveoläre Belüftungsstörung unregelmäßig aus. Die Pleura visceralis kann in diesen Bereichen ohne die optische Verstärkung der normalerweise subpleural befindlichen Luft mit Ultraschall nicht mehr dargestellt werden. Im Bild (b) sind diese optischen Unterbrechungen der Pleuralinie (rot) deutlich erkennbar.



► **Abb. 9** Konsolidierung mit Aerobronchogramm. Größerer Bereich einer pulmonalen Belüftungsstörung (b, rot). Die hyperechogene punktförmige Artefakte innerhalb des Konsolidierungsareals werden als Aerobronchogramm bezeichnet und werden durch minimale alveoläre und bronchioläre Restluft erzeugt. Eine Pleuralinie ist oberhalb der Konsolidierung nicht mehr darstellbar. Die orange Linie markiert die Grenze zwischen Konsolidierung und (noch) belüftetem Lungengewebe.

Im Krankheitsverlauf sind dynamische Verläufe dokumentiert. Insbesondere Schwere und Verlauf von Belüftungsstörungen lassen sich engmaschig überwachen, sowohl als Verschlechterung (Zunahme von Zahl und Dichte von B-Linien, Konfluenz; Konsolidierung) als auch Besserung. Dorsobasale Veränderungen können bei beatmeten Patienten auf eine verbesserte Reagibilität auf Bauchlage hindeuten, Veränderungen im Kontinuum der B-Linien können die Anpassung der Beatmung unterstützen.

Lungenkonsolidierungen bei COVID-19

Der Pathomechanismus, der durch die intrazelluläre Replikation des SARS-CoV-2 ausgelöst wird, führt zu einem Untergang der betroffenen Zellen. In der Lunge führt dies zu einem Verlust der strukturellen alveolären Integrität. Die betroffenen Alveolen füllen sich nun mit interstitieller Flüssigkeit oder kollabieren. Da sich diese pulmonalen Areale bei COVID-19 überzufällig häufig unmittel-

► **Tab. 1** Zeitlinie und pathophysiologische Entwicklung der typischen lungensonografischen Befunde bei COVID-19.

	Phase der Entzündung	Symptomatik	typisch bei COVID-19	typisch für COVID-19
fokale B-Linien	früh	keine, evtl. unspezifisches Krankheitsgefühl mit trockenem Husten und Fieber	ja	nein
regional verdickte Pleuralinie	früh	zusätzlich beginnende Hypoxie ohne Dyspnoe	ja	nein
fragmentierte Pleuralinie	fortgeschritten	zusätzlich Dyspnoe	ja	nein
regionale subpleurale Konsolidierungen	fortgeschritten	zusätzlich beginnende respiratorische Insuffizienz	ja	nein
gering ausgeprägtes Aerobronchogramm	fortgeschritten		ja	nein
breitbasige große Konsolidierungen mit reduzierter Perfusion	maximale Ausprägung	zusätzlich Somnolenz, ausgeprägte respiratorische Insuffizienz	ja	ja

bar subpleural befinden, können bereits geringe alveoläre Flüssigkeitsansammlungen zu den o. a. charakteristischen Veränderungen der Pleura und der verstärkten Darstellbarkeit von B-Linien führen (► **Abb. 5 bis 8**). Im weiteren Verlauf der Erkrankung nehmen auch die Belüftungsstörungen weiter zu (► **Tab. 1**). Das Lungenparenchym verdichtet sich durch den Verlust der alveolären Luft immer weiter, bis die Lunge im Endstadium in diesen Arealen zu einem festen Organ wird, das wie jedes andere Organ (z. B. die Leber) mit Ultraschall beurteilt werden kann.

Das Entwicklungsstadium dieser Konsolidierungen kann im Ultraschall sehr gut anhand des alveolären Restluftgehalts, dem sog. Aerobronchogramm beurteilt werden (► **Abb. 9**). Im frühen Stadium der Konsolidierungsphase variieren sowohl die Ausdehnung der Konsolidierung als auch die Intensität des Aerobronchogramms noch deutlich im Rahmen der Atembeweglichkeit der Lunge [16]. Diese respiratorische Dynamik nimmt mit Fortschreiten der Erkrankung immer weiter ab, was prognostisch als ungünstig zu bewerten ist.

Pleuraergüsse bei COVID-19

Die Beurteilung des Pleuraergusses ist das traditionelle Ziel der Lungensonografie. Einige Geburtshelfer/Gynäkologen haben Erfahrung mit der Erkennung von Ergüssen in der klinischen Routine, da einige Schwangerschaftskomplikationen und gynäkologische Krebserkrankungen zur Entstehung von Ergüssen führen können. Im Allgemeinen kann ein Pleuraerguss einfach und einheitlich echofrei oder durch das Vorhandensein von Blut, Eiter, Fibrin und/oder Septen kompliziert sein [17].

Die Beschreibung der Entwicklungsstadien bezieht sich auf die Betrachtung einzelner Entzündungsherde, nicht auf die Gesamtentwicklung der Erkrankung. Die beschriebenen Symptomatiken sind daher in Abhängigkeit von der Anzahl der betroffenen Lungenareale variabel zu werten. Lediglich ausgeprägte breitbasige Konsolidierungen mit reduzierter Perfusion sind bislang noch nicht bei anderen Lungenerkrankungen beschrieben worden und

daher nach derzeitigem Kenntnisstand als typisch für COVID-19 zu interpretieren. Alle anderen Befunde sind dagegen zwar absolut typisch bei COVID-19, können grundsätzlich aber auch bei anderen pulmonalen Erkrankungen erhoben werden, was die Sensitivität der Lungensonografie für die Diagnose von COVID-19 einerseits limitiert, andererseits bei hoher Spezifität gut zum Ausschluss der Erkrankung herangezogen werden kann [18].

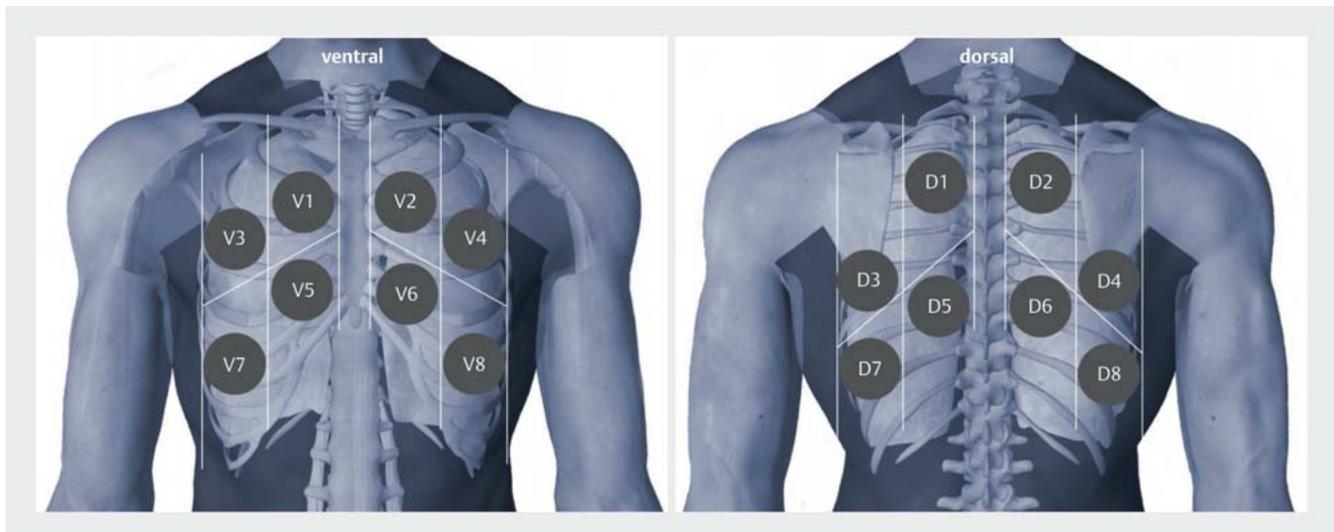
Lungensonografie in der Praxis

Wahl des Schallkopfes

Die Untersuchung der Lungen kann je nach klinischer Fragestellung mit einem Konvex-, einem Linear- oder einem Sektorschallkopf erfolgen. In der Praxis hat sich bewährt, für die sonografische Untersuchung der Lungen universell einen Konvexschallkopf mit einer Eindringtiefe von ca. 7–14 cm zu verwenden, da dieser sowohl oberflächennahe als auch tiefer gelegene Strukturen ausreichend gut darstellt. Bei gezielter Untersuchung hinsichtlich der genaueren Beurteilung der Pleura und subpleuraler Lungenkonsolidierungen bietet sich ein Linearschallkopf mit hohen Frequenzen und geringer Eindringtiefe (ca. 4–7 cm) an.

Untersuchungssetting im Kreißsaal und bei der Eingangsuntersuchung

Die Lungensonografie kann als eine Erweiterung der geburtshilflichen Ultraschalluntersuchung im Kreißsaal angesehen werden und sollte in diesem Setting durch einen sonografisch erfahrenen Geburtshelfer durchgeführt werden [12]. Auch geschulte Hebammen könnten bei Aufnahme der Patientin die sonografische Untersuchung der Lunge durchführen. Dabei sollte die Untersuchung bei Aufnahme der Patientin im Kreißsaal oder bei Vorstellung in einer Schwangerenambulanz erfolgen. Insbesondere bei symptomatischen Patientinnen im Rahmen der klinischen Ersteinschätzung bzw. bei Durchführung der fetalen Biometrie sollte die Lungensonografie durchgeführt werden. Der Unter-



► **Abb. 10** Ventrale und dorsale thorakale Untersuchungsareale. Als Screeningpunkte bei Verdacht auf COVID-19 haben die dorsalen Untersuchungspunkte D3–D8 die größte Bedeutung.

sucher kann dabei die Sonde einfach vom Abdomen in den Bereich des Brustkorbs bewegen und dabei den vorderen, seitlichen und dorsobasalen Bereich des Brustkorbs scannen. Die Untersuchung sollte den gesamten Lungenbereich abdecken, von der basalen bis zur oberen Zone des Thorax. Hierbei sollte der ventrale und dorsale Thorax systematisch in jeweils 8 Untersuchungsfelder unterteilt werden (► **Abb. 10**). Die alleinige Untersuchung nur an einer Stelle ist nicht sinnvoll.

Fazit

Das respiratorische Versagen im Rahmen von COVID-19 stellt eine potenziell lebensbedrohliche Situation für jede Patientin dar und sollte so schnell wie möglich einer differenzierten Diagnostik zugeführt werden. Dabei kann die Lungensonografie gerade im Bereich der Schwangerendiagnostik einen wichtigen Zusatzaspekt bieten, da hier die Indikationen für strahlenbelastende Bildgebung besonders restriktiv gestellt werden sollten. Bei sonografisch nachgewiesener Beteiligung der Lunge sollte in Abhängigkeit von der Symptomatik und der sonomorphologischen Ausdehnung des Befundes eine stationäre Aufnahme mit engmaschiger fetaler und maternaler Überwachung erwogen werden, da bisher zuverlässige Daten zum Verlauf einer COVID-19-Infektion bei Schwangeren fehlen [19].

Hier wird ein systematischer Ansatz mit Dokumentation für Geburtshelfer/Gynäkologen zur Durchführung von Lungensonographien bei schwangeren Frauen vorgeschlagen, wobei mögliche Anwendungen und die Symptomatologie beschrieben und praktische Punkte zur Berücksichtigung gegeben werden. Pathologische Ultraschallmuster werden mit denen verglichen, die bei einer normalen Lunge zu erwarten sind, mit besonderem Schwerpunkt auf denjenigen, die eher auf eine COVID-19-Infektion hindeuten.

Interessenkonflikt

Die Autorinnen/Autoren geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Literatur

- [1] Chen H, Guo J, Wang C et al. Clinical characteristics and intrauterine vertical transmission potential of COVID-19 infection in nine pregnant women: a retrospective review of medical records. *Lancet* 2020; 395: 809–815
- [2] Fan C, Lei D, Fang C et al. Perinatal Transmission of COVID-19 Associated SARS-CoV-2: Should We Worry? *Clin Infect Dis* 2020. doi:10.1093/cid/ciaa226
- [3] Li N, Han L, Peng M et al. Maternal and neonatal outcomes of pregnant women with COVID-19 pneumonia: a case-control study. *Infectious Diseases (except HIV/AIDS)*. 03/2020. Online: <http://medrxiv.org/lookup/doi/doi:10.1101/2020.03.10.20033605>; Stand: 25.03.2020
- [4] Chen Y, Peng H, Wang L et al. Infants Born to Mothers With a New Coronavirus (COVID-19). *Front Pediatr* 2020; 8: 104
- [5] Zhu H, Wang L, Fang C et al. Clinical analysis of 10 neonates born to mothers with 2019-nCoV pneumonia. *Transl Pediatr* 2020; 9: 51–60
- [6] Dong L, Tian J, He S et al. Possible Vertical Transmission of SARS-CoV-2 From an Infected Mother to Her Newborn. *JAMA* 2020; 323: 1846–1848
- [7] Stumpfe FM, Titzmann A, Schneider MO et al. SARS-CoV-2 Infection in Pregnancy – a Review of the Current Literature and Possible Impact on Maternal and Neonatal Outcome. *Geburtshilfe Frauenheilkd* 2020; 80: 380–390
- [8] Bernheim A, Mei X, Huang M et al. Chest CT Findings in Coronavirus Disease-19 (COVID-19): Relationship to Duration of Infection. *Radiology* 2020; 295: 200463. doi:10.1148/radiol.2020200463
- [9] Gargani L, Picano E. The risk of cumulative radiation exposure in chest imaging and the advantage of bedside ultrasound. *Crit Ultrasound J* 2015; 7: 4
- [10] Huang Y, Wang S, Liu Y et al. A Preliminary Study on the Ultrasonic Manifestations of Peripulmonary Lesions of Non-Critical Novel Coronavirus Pneumonia (COVID-19). *SSRN Electron J*. 2020. Online: <https://www.ssrn.com/abstract=3544750>; Stand: 31.03.2020

- [11] Agostini A, Floridi C, Borgheresi A et al. Proposal of a low-dose, long-pitch, dual-source chest CT protocol on third-generation dual-source CT using a tin filter for spectral shaping at 100 kVp for CoronaVirus Disease 2019 (COVID-19) patients: a feasibility study. *Radiol Med* 2020; 125: 365–373
- [12] Inchingolo R, Smargiassi A, Mormile F et al. Look at the lung: can chest ultrasonography be useful in pregnancy? *Multidiscip Respir Med* 2014; 9: 32
- [13] Kluge S, Janssens U, Welte T et al. Empfehlungen zur intensivmedizinischen Therapie von Patienten mit COVID-19. *Med Klin – Intensivmed Notfallmedizin*. 12.03.2020. Online: <http://link.springer.com/10.1007/s00063-020-00674-3>; Stand: 28.03.2020
- [14] Stock K, Horn R, Mathis G. DEGUM/ÖGUM/SGUM: Lungenscanschall-Protokoll. 2020. Online: https://www.degum.de/fileadmin/dokumente/service/Downloads/Poster_A4-Lungenscanschall-Protokoll_DEGUM_SGUM_OEGM_V3_06042020_Print_digital_NEU.pdf; Stand: 19.06.2020
- [15] Peng QY, Wang XT, Zhang LN; Chinese Critical Care Ultrasound Study Group (CCUSG). Findings of lung ultrasonography of novel corona virus pneumonia during the 2019–2020 epidemic. *Intensive Care Med* 2020; 46: 849–850
- [16] Lichtenstein D, Mezière G, Seitz J. The Dynamic Air Bronchogram. *Chest* 2009; 135: 1421–1425
- [17] Brogi E, Gargani L, Bignami E et al. Thoracic ultrasound for pleural effusion in the intensive care unit: a narrative review from diagnosis to treatment. *Crit Care* 2017; 21: 325
- [18] Bar S, Lecourtois A, Diouf M et al. The association of lung ultrasound images with COVID-19 infection in an emergency room cohort. *Anaesthesia* 2020. doi:10.1111/anae.15175
- [19] Dashraath P, Wong JLJ, Lim MXK et al. Coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic and pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 2020; 222: 521–531