

Otrzymano:
23.05.2018
Zaakceptowano:
08.08.2018
Opublikowano:
06.09.2018

Polskie zalecenia na temat zastosowania ultrasonografii płuc w chorobach wewnętrznych (POLLUS-IM)

Polish recommendations for lung ultrasound in internal medicine (POLLUS-IM)

Natalia Buda¹, Wojciech Kosiak², Elżbieta Radzikowska³, Robert Olszewski^{4,5}, Ewa Jassem⁶, Elżbieta Magdalena Grabczak⁷, Andrzej Pomiecko⁸, Jakub Piotrkowski⁹, Maciej Piskunowicz¹⁰, Malwina Sołtysiak⁷, Szymon Skoczyński¹¹, Grzegorz Jaczewski⁷, Jolanta Odrowska¹², Agnieszka Skoczylas⁴, Marcin Wetnicki¹³, Jakub Wiśniewski⁸, Anna Zamojska¹⁴; Polski Komitet Ultrasonografii Płuc (PC-LUS) dla POLLUS-IM

¹ Katedra i Klinika Chorób Wewnętrznych, Chorób Tkanki Łącznej i Geriatrii, Gdański Uniwersytet Medyczny, Gdańsk, Polska

² Katedra i Klinika Pediatrii, Hematologii i Onkologii, Gdański Uniwersytet Medyczny, Gdańsk, Polska

³ III Oddział Chorób Płuc, Instytut Gruźlicy i Chorób Płuc, Warszawa, Polska

⁴ Klinika Geriatrii, Narodowy Instytut Geriatrii, Reumatologii i Rehabilitacji, Warszawa, Polska

⁵ Zakład Ultradźwięków, Instytut Podstawowych Problemów Techniki, Polska Akademia Nauk, Warszawa, Polska

⁶ Katedra Pneumonologii i Alergologii, Gdański Uniwersytet Medyczny, Gdańsk, Polska

⁷ Klinika Chorób Wewnętrznych, Pneumonologii i Alergologii, Warszawski Uniwersytet Medyczny, Warszawa, Polska

⁸ Katedra i Klinika Pediatrii, Hematologii i Onkologii, Uniwersyteckie Centrum Kliniczne, Gdańsk, Polska

⁹ Samodzielny Publiczny Zakład Opieki Zdrowotnej Ministerstwa Spraw Wewnętrznych i Administracji z Warmińsko-Mazurskim Centrum Onkologii w Olsztynie, Olsztyn, Polska

¹⁰ Zakład Radiologii, Gdański Uniwersytet Medyczny, Gdańsk, Polska

¹¹ Klinika Pneumonologii, Śląski Uniwersytet Medyczny, Katowice, Polska

¹² Niepubliczny Zakład Opieki Zdrowotnej „Folk-Med”, Białogard, Polska

¹³ Trzecia Katedra i Klinika Chorób Wewnętrznych i Kardiologii, Warszawski Uniwersytet Medyczny, Warszawa, Polska

¹⁴ Katedra Ekonometrii na Wydziale Zarządzania, Uniwersytet Gdański, Gdańsk, Polska

Adres do korespondencji: Natalia Buda, Katedra i Klinika Chorób Wewnętrznych, Chorób Tkanki Łącznej i Geriatrii, Gdański Uniwersytet Medyczny, ul. Dębinki 7, 80 952 Gdańsk; e-mail: natabud@wp.pl

Polski Komitet Ultrasonografii Płuc

Podzespoły:

- Część opisowa publikacji: N. Buda, W. Kosiak, E. Radzikowska, E. Jassem, R. Olszewski
- Przegląd piśmiennictwa: N. Buda, A. Pomiećko, R. Olszewski, J. Piotrowski
- Analiza siły dowodów: E. Grabczak, E. Radzikowska, N. Buda, W. Kosiak
- Metodologia: A. Zamojska, N. Buda, J. Wiśniewski
- Inni uczestnicy konsensusu: M. Piskunowicz, M. Sołtysiak, S. Skoczyński, G. Jaczewski, J. Odrowska, A. Skoczylas, M. Wełnicki.
- Koordynator i sekretarz: J. Wiśniewski
- Komitet organizacyjny: Polski Komitet Ultrasonografii Płuc (W. Kosiak, N. Buda)

DOI: 10.15557/JoU.2018.0030

Słowa kluczowe

ultrasonografia płuc,
ultrasonografia klatki
piersiowej,
choroby wewnętrzne,
zalecenia

Keywords

lung ultrasound,
chest sonography,
internal medicine,
recommendation

Abstract

Objective: The aim of this study was to establish recommendations for the use of lung ultrasound in internal medicine, based on reliable data and expert opinions. **Methods:** The bibliography from the databases (Pubmed, Medline, OVID, Embase) has been fully reviewed up to August 2017. Members of the expert group assessed the credibility of the literature data. Then, in three rounds, a discussion was held on individual recommendations (in accordance with the Delphi procedure) followed by secret voting. **Results:** Thirty-eight recommendations for the use of lung ultrasound in internal medicine were established as well as discussed and subjected to secret voting in three rounds. The first 31 recommendations concerned the use of ultrasound in the diagnosis of the following conditions: pneumothorax, pulmonary consolidation, pneumonia, atelectasis, pulmonary embolism, malignant neoplastic lesions, interstitial lung lesions, cardiogenic pulmonary edema, interstitial lung diseases with fibrosis, dyspnea, pleural pain and acute cough. Furthermore, seven additional statements were made regarding the technical conditions of lung ultrasound examination and the need for training in the basics of lung ultrasound in a group of doctors during their specialization programs and medical students. The panel of experts established a consensus on all 38 recommendations.

Wstęp

W ostatnich 40 latach obserwuje się znaczny rozwój wiedzy dotyczącej ultrasonografii płuc. Pojawiają się liczniejsze publikacje i metaanalizy dotyczące tego zagadnienia. W 2012 roku powstały pierwsze zalecenia utworzone przez grupę ekspertów EFSUMB⁽¹⁾. Obecnie w Polsce ultrasonografię płuc stosuje kilka tysięcy lekarzy, z czego ponad 95% stanowią lekarze klinicyści (nieradiolodzy) różnych specjalności, przede wszystkim w zakresie chorób wewnętrznych, kardiologii, pediatrii, a także anestezjologii i intensywnej terapii oraz torakochirurgii.

Wobec licznych nowych doniesień oraz coraz większej popularności ultrasonografii płuc istnieje potrzeba utworzenia krajowych zaleceń dotyczących zastosowania ultrasonografii płuc w chorobach wewnętrznych⁽²⁻¹⁰⁾. W celu opracowania takiego dokumentu wysłano zaproszenia do przedstawicieli wszystkich uniwersytetów medycznych w Polsce. W odpowiedzi na zaproszenie zgłosiło się 15 osób, które utworzyły multidyscyplinarny zespół ekspertów składający się ze specjalistów w zakresie chorób wewnętrznych, pneumonologii, kardiologii, radiologii i pediatrii. Ponadto do zespołu dołączyli specjaliści w dziedzinie statystyki i metodologii.

Metodologia

Etapy tworzenia zaleceń obejmowały kolejno: (a) przegląd i wybór piśmiennictwa, (b) utworzenie bazy danych, (c) określenie stwierdzeń, (d) analizę wiarygodności danych z piśmiennictwa, (e) dyskusje z zastosowaniem systemu Delphi (Delphi *procedure*) oraz (f) tajne głosowanie ekspertów w trzech turach.

Przegląd i wybór piśmiennictwa oraz utworzenie bazy danych do analizy

Przegląd piśmiennictwa został przeprowadzony niezależnie przez cztery osoby. Podczas wyszukiwania publikacji wykorzystano następujące bazy danych: PubMed, OVID, Embase, Medline. Wyszukiwania były przeprowadzone z użyciem zwrotów (Medical Subject Heading): „ultrasonography”, „chest sonography”, „lung ultrasound”, „diagnostic imaging”, „respiratory tract diseases”, „pneumonia”, „pulmonary embolism”, „pneumothorax”, „cardiogenic pulmonary oedema”, „non-cardiogenic pulmonary oedema”, „lung tumor”, „atelectasis”, „intersitial lung disease”, „pulmonary fibrosis”, „pleural effusion”, „diaphragm” oraz z wyłączeniem zwrotów: „endoscopy”, „mammary ultrasonography”, „prenatal ultrasonography”, „endoscopic ultrasound-guided fine needle aspiration”. Do analizy zostały

włączone prace prospektywne, retrospektywne, obserwacyjne oraz metaanalizy opublikowane przed sierpniem 2017 roku, których pełny tekst bądź streszczenie opublikowano w języku angielskim. Ponadto do bazy danych włączono dwie książki anglojęzyczne. Początkowy wybór publikacji został przeprowadzony na podstawie weryfikacji tytułów oraz streszczeń, następnie przeanalizowano pełne teksty wybranych artykułów. W przypadku braku wersji anglojęzycznej pełnego tekstu ocenie poddawano dane zawarte w streszczeniu.

Podczas przeglądu piśmiennictwa korzystano z programu Zotero (Center for History and New Media, George Mason University). Na kolejnym etapie prac dokonano połączenia wyników wszystkich czterech osób wyszukujących dane oraz usunięto prace duplikujące się. Ostatecznie do tworzenia rekomendacji włączono 275 publikacji.

Utworzenie stwierdzeń

Stwierdzenia zostały utworzone na podstawie dostępnych danych, najliczniej występujących w wybranych pozycjach piśmiennictwa. Swoją tematyką obejmowały odmę oplucnej, konsolidacje mięszu płucnego, zapalenie płuc, niedodmę, zatorowość płucną, złośliwe zmiany nowotworowe, zmiany śródmiąższowe płuc, kardiogeny obrzęk płuc, śródmiąższowe choroby płuc przebiegające z włóknieniem płuc i diagnostykę duszności, bólów opłucnowych oraz ostrego kaszlu. Utworzone stwierdzenia najpierw uznano za podstawę do dalszej analizy pod względem wiarygodności danych z piśmiennictwa, następnie poddano opinii ekspertów.

Ponadto powstały dodatkowe stwierdzenia, dotyczące technicznych warunków wykonania badania ultrasonograficznego płuc, a także potrzeby szkoleń w zakresie podstaw ultrasonografii płuc w grupie specjalizujących się lekarzy i studentów. Te dodatkowe stwierdzenia były analizowane i poddawane opinii ekspertów, bez oceny analizy wiarygodności danych z piśmiennictwa.

Analiza wiarygodności danych

Analizując wiarygodność danych pochodzących z piśmiennictwa, uwzględniano następujące parametry: wiek, płeć,

A – dane pochodzą z wielu metaanaliz, a także/lub jest mało prawdopodobne, aby dalsze badania zmieniły wiarygodność skuteczności lub dokładności metody
B – dane pochodzą z pojedynczych dużych badań nierandomizowanych (metaanaliza, prospektywne kohortowe badanie), a także/lub dalsze badania mogą mieć ważny wpływ na wiarygodność skuteczności lub dokładności metody
C – uzgodniona opinia ekspertów i/lub dane pochodzące z małych badań, badań retrospektywnych, rejestrów, seria przypadków, opis przypadku, a także/lub jest bardzo prawdopodobne, że dalsze badania będą miały ważny wpływ na wiarygodność skuteczności lub dokładności metody. Wszelkie szacowanie skutków lub dokładność metody są bardzo niepewne (bardzo niskie)

Tab. 1. Poziom wiarygodności danych

liczebność badanych pacjentów, homogenność grup pacjentów biorących udział w badaniu, kryteria włączenia i wyłączenia, typ pracy (prospektywna, retrospektywna, metaanaliza), czułość i swoistość metody, wyniki prawdziwie dodatnie (TP), fałszywie dodatnie (FP), prawdziwie ujemne (TN), fałszywie ujemne (FN), metodę obrazowania uznaną za złoty standard (*diagnostic standard*). Ponadto korzystano z Tool for the Quality Assessment of Diagnostic Accuracy Studies (QUADAS score and QUADAS score-2), zalecanego przez Cochrane Diagnostic Test Accuracy Working Group w celu oszacowania jakości metodologicznej prac⁽¹¹⁻¹³⁾ (Tab. 1).

Opinia ekspertów

Ostateczna opinia ekspertów była wynikiem trój etapowej procedury obejmującej dyskusje systemem Delphi⁽¹⁴⁾ w grupach czteroosobowych z uczestnictwem dwóch osób nadzorujących oraz trzy tury tajnego głosowania.

Pierwsza tura głosowania odbyła się w listopadzie 2017 roku w Gdańskim Uniwersytecie Medycznym. Na tym etapie spotkania przeprowadzono dyskusję w małych grupach według systemu Delphi, następnie odbyło się anonimowe głosowanie. Za przegłosowane stwierdzenie uznano takie, które otrzymało $\geq 80\%$ pozytywnych głosów. Więcej niż 50% głosów przeciw danemu stwierdzeniu uznano za jednoznaczne z zaniegowaniem słuszności stwierdzenia. Stwierdzenia, które uzyskały wynik głosowania pomiędzy 50% i 80%, zostały ponownie przedyskutowane i przegłosowane w drugiej turze (Tab. 2).

Druga tura głosowania odbyła się również w listopadzie 2017 roku. Drogą internetową (on-line) przeprowadzono dyskusję według zmodyfikowanego systemu Delphi, a następnie po przekazaniu w sposób anonimowy wszystkich opinii uczestnikom przeprowadzono tajne głosowanie. W wyniku drugiej tury głosowania uzyskano konsensus wobec niejednoznacznych wyników z pierwszej tury.

W grudniu 2017 roku przeprowadzono trzecią i ostatnią turę głosowania, które zakończono jednoznacznymi wynikami i konsensusem (Tab. 3 i Tab. 4).

I Zalecenia

Odma opłucnej

1. Sonograficznymi objawami odmy jamy opłucnej są: brak objawu ślizgania, brak pionowych artefaktów rewerberacji, brak objawu *lung puls*, obecny objaw *lung point*. (A1)
2. Obecność objawu ślizgania, pionowych artefaktów re-

1	Za	$\geq 80\%$
2	Przeciw	$\leq 50\%$
0	Nierozstrzygnięte	51–79%

Tab. 2. Opinia ekspertów

werberacji wychodzących z linii opłucnej, objawu *lung puls* wyklucza odemę jamy opłucnej. (A1)

3. U pacjenta z ostrą niewydolnością oddychania przy jednoczesnym istotnym podejrzeniu odmy jamy opłucnej można odstąpić od poszukiwań objawu *lung point*. (A1)
4. Stosowanie ultrasonografii płuc w porównaniu z badaniem rentgenowskim (RTG) klatki piersiowej może być lepszą strategią diagnostyczną u pacjentów z podejrzeniem odmy jamy opłucnej. (A1)
5. W rozpoznawaniu odmy jamy opłucnej zaleca się korzystanie z głowicy typu convex i liniowej. (A1)

Komentarz ekspertów⁽¹⁵⁻¹⁸⁾

- a) Brak objawu *lung point* przy jednocześnie występującej odmie jamy opłucnej występuje w przypadku odmy krytycznej lub płaszczowej.
- b) Stan po pleurodzie ma wpływ na występowanie objawu ślizgania (będzie zniesiony/ograniczony) oraz na obecność pionowych artefaktów rewerberacji, co wyklucza obecność odmy opłucnej.
- c) Odma oklejona – komora odmowa może występować lokalnie, położenie powietrza w jamie opłucnej nie musi w tym przypadku zmieniać się wraz z ułożeniem ciała pacjenta.
- d) *Lung point* oznacza granicę pomiędzy komorą odmową a prawidłową jamą opłucnej, objaw ten można zaobserwować w opcji B lub M-mode.
- e) *Lung puls* oznacza tętnienie płuca, które wynika z ruchów serca przeniesionych na płuco; objaw ten obserwowany jest u pacjentów z krążeniem hiperkinetycznym i stanowi wczesny objaw niedodmy. *Lung puls* jest dobrze widoczny przy zastosowaniu opcji M-mode i/lub power doppler.
- f) Zalecana pozycja badania to pozycja leżąca (za wyjątkiem pacjentów prezentujących ortopnoe).

Konsolidacje

6. Sonograficznymi cechami konsolidacji są: obszar podopłucnowy, hipoechogeniczny, o echostrukturze podobnej do wątroby. (A1)
7. Stosowanie ultrasonografii płuc w porównaniu z RTG klatki piersiowej może być lepszą strategią diagnostyczną, potwierdzającą obecność konsolidacji podopłucnowych. (A1)
8. Konsolidacje podopłucnowe mogą mieć różną przyczynę, najczęściej są to: zapalenie płuc, niedodma (z ucisku lub resorpcyjna), zatorowość płucna, podopłucnowe zmiany nowotworowe (pierwotne lub przerzutowe), stłuczenie płuca. (A1)

Komentarz ekspertów⁽¹⁹⁻²⁰⁾

- a) Eksperci zwracali uwagę na wielochorobowość w zakresie układu oddechowego. Spotykane w praktyce klinicznej współwystępowanie więcej niż jednej choroby układu oddechowego powoduje nakładanie się kilku

patologicznych zmian w badaniu ultrasonograficznym płuc. Należy również pamiętać, że referencyjnym badaniem w ocenie zmian płucnych jest tomografia komputerowa wykonywana zgodnie z protokołem odpowiednim do wstępnej diagnozy.

Zapalenie płuc

9. Sonograficznymi objawami zapalenia płuc są: konsolidacja, nieregularny zarys brzeżny, bronchogram powietrzny, objaw pułapki powietrznej, artefakty ogona komety (linie B), prawidłowy wzorzec unaczynienia w opcji CD i PD (odpowiednio *color doppler* i *power doppler*), obecność płynu w jamie opłucnej. (A1)
10. Stosowanie ultrasonografii płuc w porównaniu z RTG klatki piersiowej może być lepszą strategią diagnostyczną potwierdzającą obecność zapalenia płuc. (A1)

Komentarz ekspertów^(19,21-24)

- a) Do punktu 9: Kryteria zmian zapalnych dzielimy na mięszone (konsolidacja o nieregularnym zarysie brzeżnym, dynamiczny bronchogram powietrzny widoczny w obrębie konsolidacji lub/i objaw pułapki powietrznej), naczyniowe (prawidłowy wzorzec przepływów w opcji CD i PD) i opłucnowe (płyn w jamie opłucnej).
- b) Konsolidacja oznacza bezpowietrzny obszar płuca.
- c) Bronchogram powietrzny to powietrze widoczne w drzewie oskrzelowym w obrębie konsolidacji.
- d) Dynamiczny bronchogram powietrzny jest widoczny na wdechu i znika na wydechu.
- e) Prawidłowy wzorzec unaczynienia to zgodny z wzorcem anatomicznym – obserwujemy go, stosując opcję CD lub/i PD.
- f) Eksperci zwracają uwagę na fakt, że zmiany zapalne w przebiegu gruźlicy, grzybicy narządowej, pneumocystozy, infekcji wirusowej, a także zapalenia płuc o etiologii atypowej mogą mieć odmienną sonomorfologię niż opisane w punkcie 9. Należy również pamiętać o możliwości nakładania się typowych zmian zapalnych na te wywołane rzadziej spotykanymi patogenami.
- g) Do punktu 10: Opis zmian nie dotyczy odoskrzelowego zapalenia płuc.

Niedodma

11. Sonograficznymi objawami niedodmy z ucisku są: płyn w jamie opłucnej, konsolidacja o jednorodnej echogeniczności i echostrukturze, bronchogram powietrzny statyczny, objaw pułapki powietrznej, prawidłowy wzorzec unaczynienia w opcji CD i PD. (A1)
12. Sonograficznymi objawami niedodmy resorpcyjnej są: konsolidacja o jednorodnej echogeniczności i echostrukturze, bronchogram płynowy, bronchogram powietrzny statyczny, prawidłowy wzorzec unaczynienia w opcji CD i PD, możliwe zaobserwowanie patologicznej masy znajdującej się na szczycie konsolidacji. (A1)

13. Stosowanie ultrasonografii płuc w porównaniu z RTG klatki piersiowej może być lepszą strategią diagnostyczną potwierdzającą niedodmę z ucisku. (A1)
14. Stosowanie ultrasonografii płuc w porównaniu z RTG klatki piersiowej może być lepszą strategią diagnostyczną potwierdzającą niedodmę resorpcyjną. (A1)

Komentarz ekspertów⁽²⁵⁻²⁶⁾

- a) Przepływy w opcji CD i PD są prawidłowe jedynie w obszarze niedodmy z ucisku lub w obrębie konsolidacji stanowiącej niedodmę resorpcyjną, a nie będącą masą patologiczną związaną z nowotworem.
- b) Statyczny bronchogram powietrzny odpowiada obecności powietrza w drzewie oskrzelowym i jest to objaw widoczny przez wszystkie fazy oddychania.

Zatorowość płucna

15. Sonograficznymi objawami zatorowości płucnej mogą być: konsolidacja, najczęściej klinowatego lub owalnego/okrągłego kształtu, centralnie położone echo, objaw amputacji przepływu w opcji CD, tzw. *vascular sign*, płyn lokalnie tuż nad zmianą podopłucnową, lokalnie występujące zmiany śródmiąższowe. (A1)
16. W przypadku podejrzenia zatorowości płucnej ultrasonografia płuc może być dobrą strategią diagnostyczną potwierdzającą rozpoznanie zatorowości płucnej. (A1)

Komentarz ekspertów⁽²⁷⁻²⁹⁾

- a) Zmiany opisane w punkcie 15 mogą potwierdzać zatorowość płucną niewysokiego ryzyka, ponieważ badanie ultrasonograficzne w tym przypadku uwidacznia zmiany typowe dla zatorowości płucnej zlokalizowane na obwodzie płuca.
- b) W celu rozpoznania zatorowości płucnej u pacjentów z ostrą niewydolnością oddechową zalecane jest korzystanie z „BLUE protocol”⁽³⁰⁾.
- c) *Lung ultrasound* (LUS) może stanowić alternatywną metodę diagnostyczną zatorowości płucnej w przypadku braku możliwości wykonania badania angio-CT lub w razie przeciwwskazań do wykonania angio-CT, np. u pacjentki w ciąży, w ostrej niewydolności nerek, czy przy reakcjach uczuleniowych na podanie środka kontrastującego.
- d) W rozpoznaniu zatorowości płucnej niewysokiego ryzyka (bez hipotonii lub wstrząsu), gdy kliniczne prawdopodobieństwo jest niskie/pośrednie lub mało prawdopodobne, stosowanie LUS stanowi dobrą strategię diagnostyczną – w przypadku ujemnego badania angio-CT i dodatniego wyniku D-dimeru – jako jedno z badań dodatkowych, tuż obok badania echokardiograficznego serca i żylnego testu uciskowego.
- e) Stosowanie LUS jako badania uzupełniającego w rozpoznaniu zatorowości płucnej (obok echokardiograficznego badania serca i żylnego testu uciskowego), gdy występuje duże kliniczne prawdopodobieństwo zatorowości płucnej lub rozpoznanie zatorowości płucnej jest prawdopodobne oraz wynik badania angio-CT jest ujemny, stanowi dobrą strategię diagnostyczną.

- f) Na podstawie ujemnego wyniku LUS nie można wykluczyć zatorowości płucnej.

Złośliwe zmiany nowotworowe o lokalizacji podopłucnowej

17. Sonograficznymi objawami złośliwych zmian nowotworowych o lokalizacji podopłucnowej są: nacieki sąsiednich struktur, różnorodna sonomorfologia konsolidacji, chaotyczny układ naczyń w opcji CD i PD, towarzysząca niedodma resorpcyjna i/lub płyn. (A1)
18. Stosowanie ultrasonografii płuc w diagnostyce inwazyjnej (biopsja przez ścianę klatki piersiowej) podopłucnowych zmian podejrzanych o nowotwór stanowi dobrą strategię diagnostyczną. (A1)

Komentarz ekspertów⁽³¹⁻³²⁾

- a) Do punktu 17: Podopłucnowym złośliwym zmianom nowotworowym może towarzyszyć dodatkowe unaczynienie z naczyń międzyżebrowych. Obserwujemy je za pomocą opcji CD i PD.
- b) Do punktu 18: Stosowanie asysty ultrasonograficznej podczas biopsji dotyczy zarówno zmian podopłucnowych, jak i wykonywania biopsji przez okno akustyczne, którym mogą być płyn lub niedodma.

Zmiany śródmiąższowe płuc

19. Sonograficznymi objawami zespołu śródmiąższowego są widoczny objaw ślizgania oraz obecność ≥ 3 artefaktów linii B w jednej przestrzeni międzyżebrowej w podłużnym skanie (w stosunku do osi ciała). (A1)
20. Stosowanie ultrasonografii płuc w porównaniu z RTG klatki piersiowej w stwierdzeniu zmian śródmiąższowych może być lepszą strategią diagnostyczną. (A1)
21. Zespoły śródmiąższowe mogą mieć różną przyczynę, m.in. kardiogeny obrzęk płuc, niekardiogeny obrzęk płuc, śródmiąższowe choroby płuc, infekcje, stan po płukaniu drzewa oskrzelowego. (A1)
22. W diagnostyce różnicowej przyczyn powstawania zespołów śródmiąższowych zaleca się stosowanie głowicy typu convex/micro-convex lub sektorowej, a w wybranych przypadkach – głowicy liniowej. (A1)

Komentarz ekspertów⁽³³⁻³⁴⁾

- a) Artefakty linii B są pionowymi artefaktami rewerberacji, wychodzącymi z linii opłucnej, sięgającymi dolnego brzegu ekranu, poruszającymi się wraz z ruchami linii opłucnej i wyglądają jak wiązka lasera.
- b) Do punktu 19: Wyjątek stanowią stan po pleurodzie lub tzw. sztywne płuco.
- c) Do punktu 22: Głowicę liniową w diagnostyce różnicowej przyczyn powstawania zespołów śródmiąższowych powinno się stosować w przypadku asymetrycznie występujących zmian śródmiąższowych w obu płucach, w przypadku występujących obszarów oszczędzonego płuca (tzw. *spared area*), a także przy podejrzeniu infekcji dróg odde-

chowych, jak również w każdej niejasnej klinicznie przyczynie powstania zmian śródmiąższowych w płucach.

Kardiogeny obrzęk płuc

23. Sonograficznymi objawami kardiogenego obrzęku płuc są: najczęściej obustronnie, grawitacyjnie i symetrycznie występujące zespoły śródmiąższowe i/lub zespoły śródmiąższowo-pęcherzykowe i/lub objaw białego płuca. (A1)
24. Stosowanie ultrasonografii płuc w rozpoznaniu kardiogenego obrzęku płuc stanowi dobrą strategię diagnostyczną. (A1)
25. Stosowanie ultrasonografii płuc u pacjentów z rozpoznaniem niewydolności serca jest istotną metodą monitorowania w okresie stabilizacji klinicznej i w okresach zaostrzeń. (A1)

Komentarz ekspertów⁽³⁵⁻³⁸⁾

- a) Zespołem śródmiąższowym, zespołem śródmiąższowo-pęcherzykowym oraz objawem białego płuca definiujemy kolejno po sobie występujące stopnie zaawansowania zmian śródmiąższowych w przebiegu kardiogenego obrzęku płuc. Wszystkie te trzy objawy w swojej definicji mają minimum trzy artefakty linii B występujące w jednej przestrzeni międzyżebrowej w podłużnym skanie (w stosunku do osi ciała), jednakże odległość pomiędzy poszczególnymi artefaktami linii B zmniejsza się wraz ze zwiększeniem się objętości płynu w przestrzeni śródmiąższowej i w pęcherzykach płucnych.
- b) Do punktu 23: Dodatkowo można obserwować w jamie opłucnej płyn, który jest efektem niewydolności serca.
- c) Do punktu 25: Suma linii B koreluje z objawami niewydolności krążenia, poziomem stężenia peptydów natriu-

retycznych oraz jest czynnikiem rokowniczym dla wystąpienia poważnych incydentów sercowo-naczyniowych.

- d) W celu monitorowania płynoterapii zaleca się również korzystanie z protokołów Fluid Administration Limited by Lung Sonography (FALLS), oceny zapadalności IVC (*inferior vena cava*)⁽³⁹⁾.

Śródmiąższowe choroby płuc przebiegające z włóknieniem

26. Sonograficznymi objawami śródmiąższowych chorób płuc przebiegających z włóknieniem płuc są: objaw ślizgania, obecność ≥ 3 artefaktów linii B w jednej przestrzeni międzyżebrowej (skan podłużny w stosunku do osi ciała), zmiany w obrębie linii opłucnej. (A1)
27. Stosowanie ultrasonografii płuc w diagnostyce śródmiąższowych chorób płuc przebiegających z włóknieniem płuc w porównaniu z RTG klatki piersiowej może być lepszą strategią diagnostyczną. (A1)
28. Stosowanie ultrasonografii płuc w monitorowaniu śródmiąższowej choroby płuc przebiegającej z włóknieniem płuc może być przydatne w monitorowaniu pacjenta. (C1)

Komentarz ekspertów⁽⁴⁰⁻⁴¹⁾

- a) Do punktu 26: Zmiany w obrębie linii opłucnej opisywane są jako: nieregularna, pozaciągana, fragmentaryczna, rozmyta.
- b) Do punktu 28: Zastosowanie LUS w diagnostyce śródmiąższowych chorób płuc w fazie aktywnej opiera się na doniesieniach kazuistycznych i dotyczy: zapaleń naczyń płucnych, sarkoidozy, alergicznego zapalenia pęcherzyków płucnych, krwawienia do pęcherzyków płucnych w przebiegu układowych chorób tkanki łącznej, proteinozy pęcherzyków płucnych, śródmiąższowych zapaleń

Opinia autorów w sprawie bilansu korzystnych i niekorzystnych skutków danej interwencji	Wiarygodność danych (level of evidence)	Siła zalecenia (strength of recommendation)	Siła zalecenia – implikacje praktyczne
1	A	1A	silne zalecenie; dane postępowanie powinno być powszechnie stosowane, jeśli tylko nie ma mocnych przeciwwskazań
1	B	1B	silne zalecenie, lecz z mniejszym stopniem pewności; prawdopodobnie słuszne w większości indywidualnych przypadków
1	C	1C	średnia siła zalecenia; zalecenie może ulec zmianie po uzyskaniu bardziej wiarygodnych danych; prawdopodobnie słuszne
2	A	2A	średnia siła zalecenia; decyzja o jego przyjęciu jest sprawą wyboru i może zależeć od lokalnych i indywidualnych uwarunkowań; interwencja nie musi być stosowana
2	B	2B	słabe zalecenie; alternatywne postępowanie może być równie dobre lub lepsze
2	C	2C	słabe zalecenie; alternatywne postępowanie prawdopodobnie równie dopuszczalne

Tab. 3. Siła zaleceń

Numer stwierdzenia	Ocena wiarygodności danych	Opinia ekspertów			Siła zaleceń
		I tura	II tura	III tura	
	A, B, C				
1	A	> 80%	> 80%	> 80%	A1
2	A	>80%	>80%	>80%	A1
3	A	>80%	>80%	>80%	A1
4	A	>80%	>80%	>80%	A1
5	A	>80%	>80%	>80%	A1
6	A	>80%	>80%	>80%	A1
7	A	>80%	>80%	>80%	A1
8	A	>80%	>80%	>80%	A1
9	A	>80%	>80%	>80%	A1
10	A	>80%	>80%	>80%	A1
11	A	>80%	>80%	>80%	A1
12	A	>80%	>80%	>80%	A1
13	A	>80%	>80%	>80%	A1
14	A	>80%	>80%	>80%	A1
15	A	>80%	>80%	>80%	A1
16	A	>80%	>80%	>80%	A1
17	A	>80%	>80%	>80%	A1
18	A	>80%	>80%	>80%	A1
19	A	>80%	>80%	>80%	A1
20	A	>80%	>80%	>80%	A1
21	A	>80%	>80%	>80%	A1
22	A	>80%	>80%	>80%	A1
23	A	>80%	>80%	>80%	A1
24	A	>80%	>80%	>80%	A1
25	A	>80%	>80%	>80%	A1
26	A	>80%	>80%	>80%	A1
27	A	>80%	>80%	>80%	A1
28	C	>80%	>80%	>80%	C1
29	A	>80%	>80%	>80%	A1
30	A	>80%	>80%	>80%	A1
31	A	>50% i <80%	>80%	>80%	A1
32	nie dotyczy	>80%	>80%	>80%	nie dotyczy
33	nie dotyczy	>80%	>80%	>80%	nie dotyczy
34	nie dotyczy	>80%	>80%	>80%	nie dotyczy
35	nie dotyczy	>80%	>80%	>80%	nie dotyczy
36	nie dotyczy	>80%	>80%	>80%	nie dotyczy
37	nie dotyczy	>80%	>80%	>80%	nie dotyczy
38	nie dotyczy	>80%	>80%	>80%	nie dotyczy

Tab. 4. Wyniki wiarygodności danych oraz opinii ekspertów dla poszczególnych stwierdzeń

płuc w przebiegu układowych chorób tkanki łącznej, występujących w tomografii komputerowej wysokiej rozdzielczości (*high-resolution computed tomography, HRCT*) pod postacią objawu matowej szyby.

Inne wskazania

29. Stosowanie ultrasonografii płuc w diagnostyce przyczyn duszności może stanowić dobrą strategię diagnostyczną. (A1)
30. Stosowanie ultrasonografii płuc w diagnostyce różnicowej bólu o charakterze opłucnowym może stanowić dobrą strategię diagnostyczną. (A1)
31. Stosowanie ultrasonografii płuc w diagnostyce różnicowej ostrego kaszlu może stanowić dobrą strategię diagnostyczną. (A1)
32. Badanie ultrasonograficzne płuc wykonywane przez przeszkolonego klinicystę jest na podobnym poziomie, co badanie ultrasonograficzne płuc wykonane przez specjalistę radiologa. (A1)

Komentarz ekspertów^(23,28,35,42)

- a) Do punktu 32: Publikacje wykazują jednoznacznie, że wyniki badań ultrasonograficznych płuc wykonywanych przez wyszkolonych klinicystów przy łóżku pacjenta stanowią lepsze rozwiązanie niż transport pacjenta do zakładu radiologii w celu wykonania LUS. Klinicysta ma informacje z wywiadu, z badania fizykalnego, a także wiedzę na temat obecnego stanu chorego, co wpływa na trafność ostatecznego rozpoznania.

II Dodatkowe opinie ekspertów

33. W przypadku pacjenta z dusznością w niestabilnym stanie klinicznym zaleca się, aby badanie było wykonane przy łóżku pacjenta.
34. Technika badania ultrasonograficznego płuc jest uzależniona od stanu klinicznego pacjenta i powinna obejmować jak największy obszar płuc.
35. Badanie ultrasonograficzne płuc u pacjenta z niewydolnością oddechową wykonane przez przeszkolonego klinicystę stanowi dobry i bezpieczny element diagnostyki różnicowej chorób płuc.
36. Zaleca się podstawowe przeszkolenie specjalizujących się internistów, kardiologów, pneumonologów oraz nefrologów w zakresie teoretycznego oraz praktycznego zastosowania ultrasonografii płuc.
37. Zalecany podstawowy kurs dla specjalizujących się klinicystów powinien obejmować swoim programem diagnostykę: płynu w jamie opłucnej, odmy opłucnej, kardiogenego i niekardiogenego obrzęku płuc, śródmiąższowych chorób płuc przebiegających z włóknie-

niem, zapalenia płuc, niedodmy, zatorowości płucnej, podopłucnowych zmian nowotworowych, złamania żebra, a także przewidywać naukę asystowania do diagnostyki i terapii inwazyjnej.

38. Zaleca się prowadzenie elementarnego szkolenia z podstaw ultrasonografii płuc w zakresie programu nauczania studentów wydziału lekarskiego uniwersytetów medycznych.

Komentarz ekspertów

- a) Do punktu 34: Podczas badania pacjenta w stabilnym stanie klinicznym zaleca się korzystanie z głowic typu convex (ewentualnie typu micro-convex lub sektorowej) oraz liniowej. Pacjent może być badany w pozycji siedzącej i leżącej (wyjątek stanowią pacjenci z ułożeniem przymusowym lub z ortopnoe, u których badanie przeprowadzamy jedynie w pozycji siedzącej lub półsiedzącej).

Podsumowanie

Badanie ultrasonograficzne płuc cieszy się coraz większą popularnością wśród klinicystów. Zalecenia (POLLUS-IM) zostały opracowane z myślą o internistach (różnych specjalizacji), przeszkolonych i wykonujących na co dzień badanie ultrasonograficzne płuc, jak również o tych niewykonywujących badania ultrasonograficzne. Należy jednak pamiętać, że stosowanie ultrasonografii płuc wśród internistów stanowi wynik ich zainteresowania, dodatkowego szkolenia i najczęściej nie wchodzi w zakres szkolenia specjalizacyjnego. Wobec powyższego jest wykonywane dobrowolnie, zwykle jako dodatkowe narzędzie usprawniające pracę klinicysty. Skutkuje to brakiem porozumienia pomiędzy osobami wykonującymi i niewykonywującymi badania ultrasonograficzne. Poszerzający się zakres wiarygodnego piśmiennictwa wskazuje na zwiększenie możliwości wykorzystania ultrasonografii płuc przy łóżku pacjenta. Przyspieszenie diagnostyki i ustalenie rozpoznania przy pomocy sono-stetoskopu stanowi kluczowy element prowadzenia właściwej dla chorego terapii i zwiększa szanse na przeżycie.

Zalecenia POLLUS będą aktualizowane co kilka lat, wraz z pojawiającymi się nowymi, istotnymi doniesieniami w piśmiennictwie.

Konflikt interesów

Autorzy nie zgłaszają konfliktu interesów.

Treść zaleceń została zatwierdzona przez Polskie Towarzystwo Ultrasonograficzne.

Piśmiennictwo

- Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, Lichtenstein D, Mathis G, Kirkpatrick AW *et al.*: International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Med* 2012; 38: 577–591.
- Ma IWY, Arishenkoff S, Wiseman J, Desy J, Ailon J, Martin L *et al.*: Internal Medicine Point-of-Care Ultrasound Curriculum: Consensus Recommendations from the Canadian Internal Medicine Ultrasound (CIMUS) Group. *J Gen Intern Med* 2017; 32: 1052–1057.
- Alrajab S, Youssef AM, Akkus NI, Caldito G: Pleural ultrasonography versus chest radiography for the diagnosis of pneumothorax: review of the literature and meta-analysis. *Crit Care* 2013; 17: R208.
- Alrajhi K, Woo MY, Vaillancourt C: Test characteristics of ultrasonography for the detection of pneumothorax: a systematic review and meta-analysis. *Chest* 2012; 141: 703–708.
- Jiang L, Ma Y, Zhao C, Shen W, Feng X, Xu Y *et al.*: Role of Transthoracic Lung Ultrasonography in the Diagnosis of Pulmonary Embolism: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS One* 2015; 10: e0129909.
- Squizzato A, Rancan E, Dentali F, Bonzini M, Guasti L, Steidl L *et al.*: Diagnostic accuracy of lung ultrasound for pulmonary embolism: a systematic review and meta-analysis. *J Thromb Haemost* 2013; 11: 1269–1278.
- Song G, Bae SC, Lee YH: Diagnostic accuracy of lung ultrasound for interstitial lung disease in patients with connective tissue diseases: a meta-analysis. *Clin Exp Rheumatol* 2016; 34: 11–16.
- Xia Y, Ying Y, Wang S, Li W, Shen H: Effectiveness of lung ultrasonography for diagnosis of pneumonia in adults: a systematic review and meta-analysis. *J Thorac Dis* 2016; 8: 2822–2831.
- Chavez MA, Shams N, Ellington LE, Naithani N, Gilman RH, Steinhoff MC *et al.*: Lung ultrasound for the diagnosis of pneumonia in adults: a systematic review and meta-analysis. *Respir Res* 2014; 15: 50.
- Hu QJ, Shen YC, Jia LQ, Guo SJ, Long HY, Pang CS *et al.*: Diagnostic performance of lung ultrasound in the diagnosis of pneumonia: a bivariate meta-analysis. *Int J Clin Exp Med* 2014; 7(1): 115–121.
- Willis BH, Quigley M: Uptake of newer methodological developments and the deployment of meta-analysis in diagnostic test research: a systematic review. *BMC Med Res Methodol* 2011; 11: 27.
- Whiting PF, Rutjes AW, Westwood ME, Mallett S, Deeks JJ, Reitsma JB *et al.*: QUADAS-2: a revised tool for the quality assessment of diagnostic accuracy studies. *Ann Intern Med* 2011; 155: 529–536.
- Reitsma JB, Rutjes AW, Whiting P, Vlassov VV, Leeflang MM, Deeks JJ: Assessing methodological quality. In: Deeks JJ, Bossuyt PM, Gatsonis C (eds): *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Diagnostic Test Accuracy Version 1.0.0*. The Cochrane Collaboration, 2009. Accessed at <http://srdta.cochrane.org>.
- Fitch K, Bernstein SJ, Aguilar MD, Burnand B, LaCalle JR, Lazaro P *et al.*: The RAND/UCLA Appropriateness Method User's Manual. RAND Corporation, Arlington 2001.
- Sartori S, Tombesi P, Trevisani L, Nielsen I, Tassinari D, Abbasciano V: Accuracy of transthoracic sonography in detection of pneumothorax after sonographically guided lung biopsy: prospective comparison with chest radiography. *AJR Am J Roentgenol* 2007; 188: 37–41.
- Shostak E, Brylka D, Krepp J, Pua B, Sanders A: Bedside sonography for detection of postprocedure pneumothorax. *J Ultrasound Med* 2013; 32: 1003–1009.
- Soldati G, Testa A, Sher S, Pignataro G, La Sala M, Silveri NG: Occult traumatic pneumothorax: diagnostic accuracy of lung ultrasonography in the emergency department. *Chest* 2008; 133: 204–211.
- Lichtenstein D, Mezière G, Lascols N, Biderman P, Courret JP, Gepner A *et al.*: Ultrasound diagnosis of occult pneumothorax. *Crit Care Med* 2005; 33: 1231–1238.
- Sferrazza Papa GF, Mondoni M, Volpicelli G, Carlucci P, Di Marco F, Parazzini EM *et al.*: Point-of-Care Lung Sonography: An Audit of 1150 Examinations. *J Ultrasound Med* 2017; 36: 1687–1692.
- Mathis G: Lung consolidation. In: Mathis G (ed.): *Chest Sonography*. Springer International Publishing, Berlin 2017: 51–97.
- Pagano A, Numis FG, Visone G, Pirozzi C, Masarone M, Olibet M *et al.*: Lung ultrasound for diagnosis of pneumonia in emergency department. *Intern Emerg Med* 2015; 10: 851–854.
- Reissig A, Kroegel C: Sonographic diagnosis and follow-up of pneumonia: a prospective study. *Respiration* 2007; 74: 537–547.
- Reissig A, Copetti R, Mathis G, Mempel C, Schuler A, Zechner P *et al.*: Lung ultrasound in the diagnosis and follow-up of community-acquired pneumonia: a prospective, multicenter, diagnostic accuracy study. *Chest* 2012; 142: 965–972.
- Nazerian P, Cerini G, Vanni S, Gigli C, Zanobetti M, Bartolucci M *et al.*: Diagnostic accuracy of lung ultrasonography combined with procalcitonin for the diagnosis of pneumonia: a pilot study. *Crit Ultrasound J* 2016; 8: 17.
- Karabinis A, Saranteas T, Karakitsos D, Lichtenstein D, Poularas J, Yang C *et al.*: The 'cardiac-lung mass' artifact: an echocardiographic sign of lung atelectasis and/or pleural effusion. *Crit Care* 2008; 12: R122.
- Via G, Lichtenstein D, Mojoli F, Rodi G, Neri L, Storti E *et al.*: Whole lung lavage: A unique model for ultrasound assessment of lung aeration changes. *Intensive Care Med* 2010; 36: 999–1007.
- Reissig A, Heyne JP, Kroegel C: Sonography of lung and pleura in pulmonary embolism: sonomorphologic characterization and comparison with spiral CT scanning. *Chest* 2001; 120: 1977–1983.
- Mathis G, Blank W, Reissig A, Lechleitner P, Reuss J, Schuler A *et al.*: Thoracic ultrasound for diagnosing pulmonary embolism: a prospective multicenter study of 352 patients. *Chest* 2005; 128: 1531–1538.
- Torbicki A, Perrier A, Konstantinides S, Agnelli G, Galiè N, Pruszczyk P *et al.*: 2014 ESC guidelines on the diagnosis and management of acute pulmonary embolism: the Task Force for the Diagnosis and Management of Acute Pulmonary Embolism of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J* 2014; 35: 3033–3069.
- Lichtenstein D, Mezière GA: Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure: the BLUE Protocol. *Chest* 2008; 134: 117–125.
- Bugalho A, Ferreira D, Dias SS, Schuhmann M, Branco JC, Marques Gomes MJ *et al.*: The diagnostic value of transthoracic ultrasonographic features in predicting malignancy in undiagnosed pleural effusions: a prospective observational study. *Respiration* 2014; 87: 270–278.
- Chen MH, Yan K, Zhang JS: Ultrasonography in differential diagnosis of peripheral pulmonary diseases. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi* 1994; 74: 19–22, 62.
- Sperandeo M, Varriale A, Sperandeo G, Polverino E, Feragalli B, Piattelli ML *et al.*: Assessment of ultrasound acoustic artifacts in patients with acute dyspnea: a multicenter study. *Acta Radiol* 2012; 53: 885–892.
- Lichtenstein D, Mezière G, Biderman P, Gepner A, Barré O: The comet-tail artifact. An ultrasound sign of alveolar-interstitial syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 1997; 156: 1640–1646.
- Frassi F, Gargani L, Tesorio P, Raciti M, Mottola G, Picano E: Prognostic value of extravascular lung water assessed with ultrasound lung comets by chest sonography in patients with dyspnea and/or chest pain. *J Card Fail* 2007; 13: 830–835.
- Volpicelli G, Caramello V, Cardinale L, Mussa A, Bar F, Frascisco MF: Bedside ultrasound of the lung for the monitoring of acute decompensated heart failure. *Am J Emerg Med* 2008; 28: 585–591.
- Miglioranza MH, Gargani L, Sant'Anna RT, Rover MM, Martins VM, Mantovani A *et al.*: Lung ultrasound for the evaluation of pulmonary congestion in outpatients: a comparison with clinical assessment, natriuretic peptides, and echocardiography. *JACC Cardiovasc Imaging* 2013; 6: 1141–1151.
- Pivetta E, Goffi A, Lupia E, Tizzani M, Porrino G, Ferreri E *et al.*: Lung Ultrasound-Implemented Diagnosis of Acute Decompensated Heart Failure in the ED: A SIMEU Multicenter Study. *Chest* 2015; 148: 202–210.
- Lichtenstein D. FALLS-protocol: lung ultrasound in hemodynamic assessment of shock. *Heart Lung Vessel* 2013; 5: 142–147.
- Sperandeo M, Varriale A, Sperandeo G, Filabozzi P, Piattelli ML, Carnevale V *et al.*: Transthoracic ultrasound in the evaluation of pulmonary fibrosis: our experience. *Ultrasound Med Biol* 2009; 35: 723–729.
- Buda N, Piskunowicz M, Porzezińska M, Kosiak W, Zdrojewski Z: Lung Ultrasonography in the Evaluation of Interstitial Lung Disease in Systemic Connective Tissue Diseases: Criteria and Severity of Pulmonary Fibrosis – Analysis of 52 Patients. *Ultraschall Med* 2016; 37: 379–385.
- Acar H, Yilmaz S, Yaka E, Doğan NÖ, Özbek AE, Pekdemir M: Evaluation of the Diagnostic Role of Bedside Lung Ultrasonography in Patients with Suspected Pulmonary Embolism in the Emergency Department. *Balkan Med J* 2017; 34: 356–361.

Submitted:
23.05.2018
Accepted:
08.08.2018
Published:
06.09.2018

Polish recommendations for lung ultrasound in internal medicine (POLLUS-IM)

Natalia Buda¹, Wojciech Kosiak², Elżbieta Radzikowska³, Robert Olszewski^{4,5}, Ewa Jassem⁶, Elżbieta Magdalena Grabczak⁷, Andrzej Pomiecko⁸, Jakub Piotrkowski⁹, Maciej Piskunowicz¹⁰, Malwina Sołtysiak⁷, Szymon Skoczyński¹¹, Grzegorz Jaczewski⁷, Jolanta Odrowska¹², Agnieszka Skoczylas⁴, Marcin Wetnicki¹³, Jakub Wiśniewski⁸, Anna Zamojska¹⁴; Polish Committee on Lung Ultrasound (PC-LUS) for POLLUS-IM

¹ Department of Internal Medicine, Connective Tissue Diseases and Geriatrics, Medical University of Gdansk, Gdansk, Poland

² Department of Pediatrics, Hematology and Oncology, Medical University of Gdansk, Gdansk, Poland

³ III Department of Lung Disease, National Tuberculosis and Lung Diseases Research Institute, Warsaw, Poland

⁴ Department of Geriatrics, National Institute of Geriatrics Rheumatology and Rehabilitation

⁵ Department of Ultrasound, Institute of Fundamental Technological Research, Polish Academy of Sciences, Warsaw, Poland

⁶ Department of Pneumonology and Allergology, Medical University of Gdansk, Gdansk, Poland

⁷ Department of Internal Medicine, Pulmonary Diseases and Allergy, Medical University of Warsaw, Warsaw, Poland

⁸ Department of Pediatrics, Hematology and Oncology, University Clinical Centre in Gdansk, Gdansk, Poland

⁹ Independent Public Health Care Facility of the Ministry of the Internal Affairs with the Oncology Centre in Olsztyn, Olsztyn, Poland

¹⁰ Department of Radiology, Medical University of Gdansk, Gdansk, Poland

¹¹ Department of Pneumology, Medical University of Silesia, Katowice, Poland

¹² A Non-public Health Care Facility "Folk-Med", Bialogard, Poland

¹³ 3rd Department of Internal Medicine and Cardiology, Medical University of Warsaw, Warsaw, Poland

¹⁴ Department of Econometrics at the Faculty of Management, University of Gdansk, Gdansk, Poland

Correspondence: Natalia Buda, Department of Internal Medicine, Connective Tissue Diseases and Geriatrics, Medical University of Gdansk, Dębinki 7, 80-952 Gdansk, Poland; e-mail: natabud@wp.pl

*Polish Committee on Lung Ultrasound**Working subgroup:*

- *Writing committee:* N. Buda, W. Kosiak, E. Radzikowska, E. Jassem, R. Olszewski
- *Document reviewers:* N. Buda, A. Pomiećko, R. Olszewski, J. Piotrowski
- *Analysis of evidence committee:* E. Grabczak, E. Radzikowska, N. Buda, W. Kosiak
- *Methodology committee:* A. Zamojska, N. Buda, J. Wiśniewski
- *Other consensus conference members:* M. Piskunowicz, M. Sołtysiak, Sz. Skoczyński, G. Jaczewski, J. Odrowska, A. Skoczylas, M. Welnicki.
- *Secretary and coordinator:* J. Wiśniewski
- *Organizing committee:* Polish Committee on Lung Ultrasound (W. Kosiak, N. Buda)

DOI: 10.15557/JoU.2018.0030

Keywords

lung ultrasound,
chest sonography,
internal medicine,
recommendation

Abstract

Objective: The aim of this study was to establish recommendations for the use of lung ultrasound in internal medicine, based on reliable data and expert opinions. **Methods:** The bibliography from the databases (Pubmed, Medline, OVID, Embase) has been fully reviewed up to August 2017. Members of the expert group assessed the credibility of the literature data. Then, in three rounds, a discussion was held on individual recommendations (in accordance with the Delphi procedure) followed by secret voting. **Results:** Thirty-eight recommendations for the use of lung ultrasound in internal medicine were established as well as discussed and subjected to secret voting in three rounds. The first 31 recommendations concerned the use of ultrasound in the diagnosis of the following conditions: pneumothorax, pulmonary consolidation, pneumonia, atelectasis, pulmonary embolism, malignant neoplastic lesions, interstitial lung lesions, cardiogenic pulmonary edema, interstitial lung diseases with fibrosis, dyspnea, pleural pain and acute cough. Furthermore, seven additional statements were made regarding the technical conditions of lung ultrasound examination and the need for training in the basics of lung ultrasound in a group of doctors during their specialization programs and medical students. The panel of experts established a consensus on all 38 recommendations.

Introduction

In the past 40 years, a significant increase in knowledge about lung ultrasound has been observed. There are more and more publications and meta-analyses in this area. In 2012, the first recommendations were created by the EFSUMB expert group⁽¹⁾. Currently in Poland, lung ultrasound is performed by several thousand physicians, over 95% of whom are clinicians (non-radiologists) of various specialties, primarily in internal medicine, pediatrics, anesthesiology as well as intensive therapy and thoracic surgery.

In light of numerous new reports and growing popularity of lung ultrasound, there is a need to create national recommendations for the use of lung ultrasound in internal diseases⁽²⁻¹⁰⁾. In order to develop such a document, invitations were sent to representatives of all Medical Universities in Poland. Fifteen people responded to the invitation and created a multidisciplinary team of experts consisting of specialists in internal medicine, pneumonology, cardiology, radiology and pediatrics. Additionally, specialists in statistics and methodology also joined the team.

Methodology

The stages of preparing the recommendations included respectively: (a) reviewing and selecting the literature, (b) creating a database, (c) specifying statements, (d) analyzing literature data credibility, (e) discussions using the Delphi procedure, and (f) secret ballot of experts in three rounds.

Review and selection of the literature and creation of a database for analysis

The literature review was carried out independently by four people. Publications were searched for in the following databases: PubMed, OVID, Embase, MEDLINE. Searches were carried out using the following terms (Medical Subject Heading): “ultrasonography,” “chest sonography,” “lung ultrasound,” “diagnostic imaging,” “respiratory tract diseases,” “pneumonia,” “pulmonary embolism,” “pneumothorax,” “cardiogenic pulmonary edema,” “non-cardiogenic pulmonary edema,” “lung tumor,” “atelectasis,” “interstitial lung disease,” “pulmonary fibrosis,” “pleural effusion,” “diaphragm” and excluding such terms as “endoscopy,” “mammary ultrasonography,” “prenatal ultrasonography,” “endoscopic

ultrasound-guided fine needle aspiration.” The analysis included prospective, retrospective and observational studies as well as meta-analyses with their full texts or summaries published in English before August 2017. In addition, two English-language books were included in the database. The initial selection of publications was based on the verification of titles and abstracts, followed by an analysis of the full texts of selected articles. In the absence of a full-text English version, the data contained in the summary were evaluated.

During the literature review, the Zotero program was used (*Center for History and New Media at George Mason University*). The next stage involved the combination of the results of the data search done by all four people, and the duplicate papers were removed. Finally, 275 publications were included in the process of creating the recommendations.

Establishing statements

The statements were created on the basis of available data, most frequently appearing in selected references. They concerned the following conditions: pneumothorax, lung consolidations, pneumonia, atelectasis, pulmonary embolism, malignant neoplastic lesions, interstitial lung lesions, cardiogenic pulmonary edema, interstitial lung diseases with fibrosis, diagnosis of dyspnea, pleural pains and acute cough. The established statements were first used to verify the credibility of the literature data, and then they were subjected to expert opinions.

Moreover, additional statements were developed regarding technical conditions for lung ultrasound examination as well as the need for training in the basics of lung ultrasonography in a group of doctors in training and students. These additional statements were analyzed and reviewed by experts, without a credibility analysis of the literature data.

Data credibility analysis

When analyzing the credibility of the literature data, the following parameters were taken into account: age, sex, number of examined patients, homogeneity of patient groups participating in a study, inclusion and exclusion criteria, type of work (prospective, retrospective, meta-analy-

A – data come from many meta-analyses, and/or it is unlikely that further research will change the credibility of effectiveness or accuracy of the method
B – data come from individual large non-randomized trials (meta-analysis, prospective cohort study), and/or further testing may have a significant impact on the credibility of effectiveness or accuracy of the method
C – agreed expert opinion and/or data from small studies, retrospective studies, registers, case series, or case reports, and/or it is very likely that further testing will have an important impact on the credibility of effectiveness or accuracy of the method. Any estimation of the effects or accuracy of the method is very uncertain (very low)

Tab. 1. Level of evidence

sis), sensitivity and specificity of an employed method, true positive (TP), false positive (FP), true negative (TN) and false negative (FN) results, and imaging method recognized as the gold diagnostic standard. In addition, *the Tool for the Quality Assessment of Diagnostic Accuracy Studies* (QUADAS score and QUADAS score-2), recommended by the Cochrane Diagnostic Test Accuracy Working Group, was used to estimate the methodological quality of the work⁽¹¹⁻¹³⁾ (Tab. 1).

Experts’ opinion

The experts’ final opinion was a result of a three-step procedure involving discussions with the application of the Delphi procedure⁽¹⁴⁾ in groups of 4 people with two supervisors, and three rounds of secret voting.

The first round of voting took place in November 2017 at the Medical University of Gdansk. At this stage of the meeting, a discussion was held in small groups according to the Delphi system, followed by anonymous ballot. The voted-out statements received $\geq 80\%$ of positive votes. More than 50% of votes against a given statement was considered to be synonymous with the negation of the statement. Statements with 50–80% of positive votes were discussed again and underwent voting in the second round.

The second round of voting was also held in November 2017. An online discussion in accordance with the modified Delphi system was conducted via the Internet website, and then, after anonymous distribution of all opinions to the participants, a secret voting was held. As a result of the second round of voting, a consensus was reached on the ambiguous results from the first round.

In December 2017, the third and final round of voting was held, which ended with unambiguous results and consensus (Tab. 2 and Tab. 4).

I Recommendations

Pneumothorax

1. Sonographic indicators of pneumothorax are: no “lung sliding,” no vertical artifacts of reverberation, no “lung pulse,” and the presence of “lung point”. (A1)
2. The presence of “lung sliding”, vertical artifacts of reverberation originating from the pleural line and “lung pulse” excludes pneumothorax. (A1)
3. In a patient with acute respiratory failure with a significant suspicion of pneumothorax, it is not necessary to search for “lung point”. (A1)

1	For	$\geq 80\%$
2	Against	$\leq 50\%$
0	Undecided	51–79%

Tab. 2. Experts’ opinion

4. The use of lung ultrasound may be a better diagnostic strategy than chest X-ray in patients with suspected pneumothorax. (A1)
5. In the diagnosis of pneumothorax, convex and linear probes are recommended. (A1)

Experts' comments⁽¹⁵⁻¹⁸⁾

- a) The lack of the "lung point" sign with simultaneous appearance of pneumothorax occurs in cases of critical or "mantle-like" pneumothorax.
- b) The status post pleurodesis affects the occurrence of "lung sliding" (the sign will be absent/limited) and the presence of vertical artifacts of reverberation, which exclude the presence of pneumothorax.
- c) Encapsulated pneumothorax. Pneumothorax may be localized and the air position in the pleural cavity does not have to change with the patient's position in this case.
- d) "Lung point" is the border between pneumothorax and the normal pleural cavity; this symptom can be observed in B- or M-mode.
- e) "Lung pulse" is the pulse of the lung resulting from the movements of the heart transferred to the lung. This sign is observed in patients with hyperkinetic circulation and is an early sign of atelectasis. The "lung pulse" sign is well visible in M-mode and/or power Doppler examinations.
- f) The recommended position of the examination is the supine position (except for patients presenting with orthopnea).

Consolidations

6. Sonographic features of consolidations are: the presence of a subpleural hypoechoic area with echostructure resembling that of the liver. (A1)
7. The use of lung ultrasound may be a better diagnostic strategy than chest X-ray in confirming the presence of subpleural consolidations. (A1)
8. Subpleural consolidations may have various causes, most commonly: pneumonia, atelectasis (compression- or resorption-related), pulmonary embolism, subpleural neoplastic lesions (primary or metastatic), and lung contusions. (A1)

Experts' comments⁽¹⁹⁻²⁰⁾

- a) Experts emphasize the multiple morbidities within the respiratory system. The coexistence of more than one respiratory disease, which is encountered in clinical practice, results in the overlap of several pathological changes in lung ultrasound. It should also be remembered that the reference test in the assessment of pulmonary lesions is computed tomography performed according to a protocol suitable for an initial diagnosis.

Pneumonia

9. Sonographic features of pneumonia are: consolidation, irregular marginal contour, air bronchogram, "air

trap" sign, comet tail artifacts (B lines), normal vasculature in CD and PD (*color Doppler and power Doppler*), and fluid in the pleural cavity. (A1)

10. The use of lung ultrasound may be a better diagnostic strategy than chest X-ray in confirming the presence of pneumonia. (A1)

Experts' comments^(19,21-24)

- a) To point 9: The criteria for inflammatory lesions are divided into: parenchymatous (consolidation with irregular marginal outline, dynamic air bronchogram visible within the consolidation or/and the air trap sign), vascular (normal flow pattern in CD and PD) and pleural (fluid in the pleural cavity);
- b) Consolidation means airless area of the lung;
- c) Air bronchogram is air visible in the bronchial tree within consolidation;
- d) The dynamic air bronchogram is visible on inspiration and disappears on expiration;
- e) A correct vascular pattern, i.e. compatible with the anatomical standard, is observed in CD and/or PD.
- f) Experts point out that inflammatory changes in the course of tuberculosis, mycosis, pneumocystosis, viral infection, as well as atypical pneumonia may have a different sonomorphology than described in point 9. It is also important to remember about the possibility of overlap of typical inflammatory changes and those caused by less common pathogens.
- g) To point 10: The description does not apply to bronchopneumonia.

Atelectasis

11. Sonographic features of compression atelectasis are: fluid in the pleural cavity, consolidation of homogeneous echogenicity and echostructure, static air bronchogram, the "air trap" sign, and normal vasculature in CD and PD. (A1)
12. Sonographic features of resorption atelectasis are: consolidation of homogeneous echogenicity and echostructure, fluid bronchogram, static air bronchogram, normal vasculature in CD and PD, possible visualization of a pathological mass at the top of the consolidation. (A1)
13. The use of lung ultrasound may be a better diagnostic strategy than chest X-ray in confirming compression atelectasis. (A1)
14. The use of lung ultrasound may be a better diagnostic strategy than chest X-ray in confirming resorption atelectasis. (A1)

Experts' comments⁽²⁵⁻²⁶⁾

- a) Blood flows in CD and PD are normal only in the area of compression atelectasis or in the consolidation area constituting resorption atelectasis, and not in a pathological mass associated with cancer.
- b) Static air bronchogram represents the presence of air in the bronchial tree and is visible through all breathing phases.

Pulmonary embolism

15. Sonographic features of pulmonary embolism may include: consolidation, mostly wedged or oval/round in shape, central echo, flow amputation in CD: the so-called “vascular sign”, local fluid right above the subpleural lesion, and local interstitial lesions. (A1)
16. If pulmonary embolism is suspected, lung ultrasound may be a good diagnostic strategy to confirm the diagnosis. (A1)

Experts' comments⁽²⁷⁻²⁹⁾

- a) Changes described in point 15 may indicate “not-high-risk” pulmonary embolism, because ultrasound examination in this case highlights lesions typical of pulmonary embolism located at the periphery of the lung.
- b) To identify pulmonary embolism with lung ultrasound (LUS) in patients with acute respiratory failure, BLUE Protocol is recommended⁽³⁰⁾.
- c) LUS can be an alternative diagnostic method in pulmonary embolism if angio-CT cannot be performed or is contraindicated: e.g. in pregnant women, patients with acute kidney injury, or patients with allergic reactions to contrast agents.
- d) In the diagnosis of non-high risk pulmonary embolism (no hypotension or shock), when the clinical probability is low/intermediate or unlikely, LUS is a good additional option to be used in the presence of negative angio-CT and positive D-dimer test, alongside echocardiography and venous compression test.
- e) The use of LUS is a good complementary examination (next to echocardiography and venous compression test) in the diagnosis of pulmonary embolism when there is a high clinical probability of pulmonary embolism or when pulmonary embolism is probable and the result of angio-CT is negative.
- f) Pulmonary embolism cannot be ruled out based on a negative LUS result.

Subpleural malignant neoplastic lesions

17. Sonographic features of subpleural malignant lesions are: infiltration of adjacent structures, varied sonomorphology of consolidations, chaotic vasculature in CD and PD, concomitant resorption atelectasis and/or fluid in the pleural cavity. (A1)
18. Lung ultrasonography is a good diagnostic strategy to be used in invasive procedures (transthoracic lung biopsy) in the diagnosis of subpleural masses that are suspicious of malignancy. (A1)

Experts' comments⁽³¹⁻³²⁾

- a) To point 17: Subpleural malignant neoplastic lesions may be accompanied by additional vascularization from the intercostal vessels. They can be observed in CD and PD.

- b) To point 18: The use of ultrasound guidance during a biopsy concerns both subpleural lesions and biopsies through the acoustic window formed by fluid or atelectasis.

Interstitial pulmonary lesions

19. Sonographic features of interstitial syndrome are: the presence of “lung sliding” and ≥ 3 B line artifacts in one intercostal space in the longitudinal scan (in relation to the body axis). (A1)
20. The use of lung ultrasound may be a better diagnostic strategy than chest X-ray in revealing interstitial lesions. (A1)
21. Interstitial syndromes may have various causes including: cardiogenic pulmonary edema, non-cardiogenic pulmonary edema, interstitial lung diseases, infections, and status post broncho-alveolar lavage. (A1)
22. In the differential diagnosis of the causes of interstitial syndromes, it is recommended to use a convex/microconvex or sector probe, and, in some cases, a linear probe. (A1)

Experts' comments⁽³³⁻³⁴⁾

- a) B line artifacts are vertical artifacts of reverberation. They originate from the pleural line, reach the lower edge of the screen and move with the movements of the pleural lines. They resemble a laser beam.
- b) To point 19: The exception is status post pleurodesis or so-called: stiff lung.
- c) To point 22: A linear probe should be used in the differential diagnosis of the causes of interstitial syndromes when there are asymmetric interstitial lesions in both lungs, in the presence of the so-called spared areas, and also in the case of suspected respiratory tract infections, as well as in any clinically unclear cause of interstitial lesions in the lungs.

Cardiogenic pulmonary edema

23. Sonographic features of cardiogenic pulmonary edema are most frequently bilateral, gravitational and symmetrical interstitial syndromes and/or interstitial-alveolar syndromes and/or the “white lung” sign. (A1)
24. The use of lung ultrasound in the diagnosis of cardiogenic pulmonary edema is a good diagnostic strategy. (A1)
25. The use of lung ultrasound in patients diagnosed with heart failure is an important method of monitoring during periods of clinical stabilization and during periods of exacerbation. (A1)

Experts' comments⁽³⁵⁻³⁸⁾

- a) Interstitial syndrome, interstitial-alveolar syndrome and the white lung sign are defined as successively occurring stages of interstitial lesions in the course of cardiogenic pulmonary edema. In their definition, all three of these signs have at least 3 B line artifacts occurring in one intercostal space in the longitudinal scan (relative to the

body axis), however, the distance between individual B line artifacts decreases with an increasing fluid volume in the interstitial space and in the alveoli.

- b) To point 23: Additionally, one can observe fluid in the pleural cavity, which is the result of heart failure.
- c) To point 25: The sum of B lines correlates with the symptoms of heart failure and the level of natriuretic peptides. It is also a prognostic factor for the occurrence of serious cardiovascular events.
- d) To monitor fluid therapy, it is also recommended to use the FALLS protocols (*Fluid Administration Limited by Lung Sonography*), an IVC collapse assessment⁽³⁹⁾.

Interstitial lung diseases with pulmonary fibrosis

- 26. Sonographic features of interstitial lung diseases with fibrosis are: “lung sliding,” presence of ≥ 3 B line artifacts in one intercostal space (longitudinal scan in relation to the body axis), and abnormalities in the pleural line. (A1)
- 27. The use of lung ultrasound may be a better diagnostic strategy than chest X-ray in the diagnosis of interstitial lung diseases with fibrosis. (A1)
- 28. The use of lung ultrasound in the monitoring of interstitial lung diseases with pulmonary fibrosis may be useful in patient monitoring. (C1)

Experts’ comments⁽⁴⁰⁻⁴¹⁾

- a) To point 26: Abnormalities in the pleural line are described as: irregular, tightened fragmented or blurred.
- b) To point 28: The use of LUS in the diagnosis of interstitial pulmonary diseases in the active phase is based on case reports and relates to: pulmonary vasculitis, sar-

coidosis, hypersensitivity pneumonitis, diffuse alveolar hemorrhage in the course of systemic connective tissue diseases, pulmonary alveolar proteinosis, interstitial pneumonias in the course of systemic connective tissue diseases presenting as ground glass opacities in HRCT.

Other recommendations

- 29. The use of lung ultrasonography may be a good diagnostic strategy in the diagnosis of causes of dyspnea. (A1)
- 30. The use of lung ultrasonography may be a good diagnostic strategy in the differential diagnosis of pleural pain. (A1)
- 31. The use of lung ultrasonography may be a good diagnostic strategy in the differential diagnosis of acute cough. (A1)
- 32. A lung ultrasound performed by a trained clinician is at a similar level to a lung ultrasound performed by a radiologist. (A1)

Experts’ comments^(23,28,35,42)

- a) To point 32: The publications show clearly that bedside lung ultrasound performed by trained clinicians is a better solution than transporting the patient to the radiology department for LUS. The clinician has data from the patient’s medical history, physical examination, as well as the current condition, which affects the accuracy of the final diagnosis.

II. Additional Experts’ opinions

- 33. In the case of an unstable patient with dyspnea, bedside examination is recommended.

Opinion of the authors on the balance of beneficial and adverse effects of the intervention	Level of evidence	Strength of recommendation	Strength of recommendation – practical implications
1	A	1A	strong recommendation; a given procedure should be widely used as long as there are no strong contraindications
1	B	1B	strong recommendation, but with less degree of certainty; probably right in most individual cases
1	C	1C	the average strength of recommendation; the recommendation may change after obtaining more reliable data; probably right
2	A	2A	the average strength of recommendation; the decision on its adoption is a matter of choice and may depend on local and individual conditions; intervention does not have to be used
2	B	2B	weak recommendation; alternative conduct can be just as good or better
2	C	2C	weak recommendation; alternative treatment is probably equally acceptable

Tab. 3. Strength of recommendations

The number of the statement	Level of evidence	Expert opinion			Strength of recommendations
		I round	II round	III round	
	A, B, C				
1	A	> 80%	> 80%	> 80%	A1
2	A	>80%	>80%	>80%	A1
3	A	>80%	>80%	>80%	A1
4	A	>80%	>80%	>80%	A1
5	A	>80%	>80%	>80%	A1
6	A	>80%	>80%	>80%	A1
7	A	>80%	>80%	>80%	A1
8	A	>80%	>80%	>80%	A1
9	A	>80%	>80%	>80%	A1
10	A	>80%	>80%	>80%	A1
11	A	>80%	>80%	>80%	A1
12	A	>80%	>80%	>80%	A1
13	A	>80%	>80%	>80%	A1
14	A	>80%	>80%	>80%	A1
15	A	>80%	>80%	>80%	A1
16	A	>80%	>80%	>80%	A1
17	A	>80%	>80%	>80%	A1
18	A	>80%	>80%	>80%	A1
19	A	>80%	>80%	>80%	A1
20	A	>80%	>80%	>80%	A1
21	A	>80%	>80%	>80%	A1
22	A	>80%	>80%	>80%	A1
23	A	>80%	>80%	>80%	A1
24	A	>80%	>80%	>80%	A1
25	A	>80%	>80%	>80%	A1
26	A	>80%	>80%	>80%	A1
27	A	>80%	>80%	>80%	A1
28	C	>80%	>80%	>80%	C1
29	A	>80%	>80%	>80%	A1
30	A	>80%	>80%	>80%	A1
31	A	>50% and <80%	>80%	>80%	A1
32	N/A	>80%	>80%	>80%	N/A
33	N/A	>80%	>80%	>80%	N/A
34	N/A	>80%	>80%	>80%	N/A
35	N/A	>80%	>80%	>80%	N/A
36	N/A	>80%	>80%	>80%	N/A
37	N/A	>80%	>80%	>80%	N/A
38	N/A	>80%	>80%	>80%	N/A

Tab. 4. Results of data credibility (level of evidence) and expert opinions for individual statements. N/A – not applicable

34. The scanning technique depends on the clinical condition of the patient and should cover the largest possible area of the lungs.
35. Lung ultrasound in a patient with respiratory failure conducted by a trained clinician is a good and safe element of the differential diagnosis of lung diseases.
36. Basic training in the theoretical and practical use of lung ultrasound is recommended for doctors during their specialization programs, including internists, cardiologists, pneumonologists and nephrologists.
37. The recommended basic course for clinicians during their specialization programs should include in its curriculum the diagnosis of: pleural fluid, pneumothorax, cardiogenic and non-cardiogenic pulmonary edema, interstitial lung diseases with fibrosis, pneumonia, atelectasis, pulmonary embolism, subpleural neoplastic lesions, rib fracture as well as learning to assist in diagnostic procedures and invasive therapy.
38. It is recommended to incorporate basic lung ultrasound training into the curriculum of medical students.

Experts' comments

- a) To point 34: When testing a patient in a stable clinical condition, it is recommended to use convex probes (possibly the microconvex or sector probes) and linear probes. The patient can be examined in a sitting and lying position (except for patients with a forced position or orthopnea, in whom the examination is carried out only in a sitting or semi-sitting position).

References

1. Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, Lichtenstein D, Mathis G, Kirkpatrick AW *et al.*: International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Med* 2012; 38: 577–591.
2. Ma IWY, Arishenkoff S, Wiseman J, Desy J, Ailon J, Martin L *et al.*: Internal Medicine Point-of-Care Ultrasound Curriculum: Consensus Recommendations from the Canadian Internal Medicine Ultrasound (CIMUS) Group. *J Gen Intern Med* 2017; 32: 1052–1057.
3. Alrajab S, Youssef AM, Akkus NI, Caldito G: Pleural ultrasonography versus chest radiography for the diagnosis of pneumothorax: review of the literature and meta-analysis. *Crit Care* 2013; 17: R208.
4. Alrajhi K, Woo MY, Vaillancourt C: Test characteristics of ultrasonography for the detection of pneumothorax: a systematic review and meta-analysis. *Chest* 2012; 141: 703–708.
5. Jiang L, Ma Y, Zhao C, Shen W, Feng X, Xu Y *et al.*: Role of Transthoracic Lung Ultrasonography in the Diagnosis of Pulmonary Embolism: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS One* 2015; 10: e0129909.
6. Squizzato A, Rancan E, Dentali F, Bonzini M, Guasti L, Steidl L *et al.*: Diagnostic accuracy of lung ultrasound for pulmonary embolism: a systematic review and meta-analysis. *J Thromb Haemost* 2013; 11: 1269–1278.
7. Song G, Bae SC, Lee YH: Diagnostic accuracy of lung ultrasound for interstitial lung disease in patients with connective tissue diseases: a meta-analysis. *Clin Exp Rheumatol* 2016; 34: 11–16.
8. Xia Y, Ying Y, Wang S, Li W, Shen H: Effectiveness of lung ultrasonography for diagnosis of pneumonia in adults: a systematic review and meta-analysis. *J Thorac Dis* 2016; 8: 2822–2831.
9. Chavez MA, Shams N, Ellington LE, Naithani N, Gilman RH, Steinhoff MC *et al.*: Lung ultrasound for the diagnosis of pneumonia in adults: a systematic review and meta-analysis. *Respir Res* 2014; 15: 50.
10. Hu QJ, Shen YC, Jia LQ, Guo SJ, Long HY, Pang CS *et al.*: Diagnostic performance of lung ultrasound in the diagnosis of pneumonia: a bivariate meta-analysis. *Int J Clin Exp Med* 2014; 7(1): 115–121.
11. Willis BH, Quigley M: Uptake of newer methodological developments and the deployment of meta-analysis in diagnostic test research: a systematic review. *BMC Med Res Methodol* 2011; 11: 27.
12. Whiting PF, Rutjes AW, Westwood ME, Mallett S, Deeks JJ, Reitsma JB *et al.*: QUADAS-2: a revised tool for the quality assessment of diagnostic accuracy studies. *Ann Intern Med* 2011; 155: 529–536.
13. Reitsma JB, Rutjes AW, Whiting P, Vlassov VV, Leeflang MM, Deeks JJ: Assessing methodological quality. In: Deeks JJ, Bossuyt PM, Gatsonis C (eds.): *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Diagnostic Test Accuracy Version 1.0.0*. The Cochrane Collaboration, 2009. Accessed at <http://srdta.cochrane.org>.
14. Fitch K, Bernstein SJ, Aguilar MD, Burnand B, LaCalle JR, Lazaro P *et al.*: The RAND/UCLA Appropriateness Method User's Manual. RAND Corporation, Arlington 2001.
15. Sartori S, Tombesi P, Trevisani L, Nielsen I, Tassinari D, Abbasciano V: Accuracy of transthoracic sonography in detection of pneumothorax after sonographically guided lung biopsy: prospective comparison with chest radiography. *AJR Am J Roentgenol* 2007; 188: 37–41.
16. Shostak E, Brylka D, Krepp J, Pua B, Sanders A: Bedside sonography for detection of postprocedure pneumothorax. *J Ultrasound Med* 2013; 32: 1003–1009.
17. Soldati G, Testa A, Sher S, Pignataro G, La Sala M, Silveri NG: Occult traumatic pneumothorax: diagnostic accuracy of lung ultrasonography in the emergency department. *Chest* 2008; 133: 204–211.
18. Lichtenstein D, Mezière G, Lascols N, Biderman P, Courret JP, Gepner A *et al.*: Ultrasound diagnosis of occult pneumothorax. *Crit Care Med* 2005; 33: 1231–1238.

Conclusion

Lung ultrasound is becoming more and more popular among clinicians. These recommendations (POLLUS-IM) have been developed for internists (of various sub-specialties), trained and performing lung ultrasound on a daily basis, as well as for those who do not perform ultrasound examinations. However, it should be remembered that the use of lung ultrasound by internists results from their interest and additional training; it usually does not fall within the scope of their specialization program. Therefore, it is done voluntarily, usually as an additional tool to aid in the clinician's work. This results in the lack of agreement between people who perform and who do not perform ultrasound examinations. The expanding scope of reliable literature indicates an increase in the possibility of using lung ultrasound at the patient's bedside. Accelerating the diagnostic process and establishing the differential and final diagnosis using the "sono-stethoscope" is the key element of appropriate patient management and offers a greater chance for patient's survival.

The POLLUS recommendations will be updated every few years, along with emerging new, relevant reports in the literature.

Conflicts of interest

The authors declare that they have no conflicts of interests.

The content of the recommendations has been approved by the Polish Ultrasound Society.

19. Sferrazza Papa GF, Mondoni M, Volpicelli G, Carlucci P, Di Marco F, Parazzini EM *et al.*: Point-of-Care Lung Sonography: An Audit of 1150 Examinations. *J Ultrasound Med* 2017; 36: 1687–1692.
20. Mathis G: Lung consolidation. In: Mathis G (ed.): *Chest Sonography*. Springer International Publishing, Berlin 2017: 51–97.
21. Pagano A, Numis FG, Visone G, Pirozzi C, Masarone M, Olibet M *et al.*: Lung ultrasound for diagnosis of pneumonia in emergency department. *Intern Emerg Med* 2015; 10: 851–854.
22. Reissig A, Kroegel C: Sonographic diagnosis and follow-up of pneumonia: a prospective study. *Respiration* 2007; 74: 537–547.
23. Reissig A, Copetti R, Mathis G, Mempel C, Schuler A, Zechner P *et al.*: Lung ultrasound in the diagnosis and follow-up of community-acquired pneumonia: a prospective, multicenter, diagnostic accuracy study. *Chest* 2012; 142: 965–972.
24. Nazerian P, Cerini G, Vanni S, Gigli C, Zanobetti M, Bartolucci M *et al.*: Diagnostic accuracy of lung ultrasonography combined with procalcitonin for the diagnosis of pneumonia: a pilot study. *Crit Ultrasound J* 2016; 8: 17.
25. Karabinis A, Saranteas T, Karakitsos D, Lichtenstein D, Poularas J, Yang C *et al.*: The ‘cardiac-lung mass’ artifact: an echocardiographic sign of lung atelectasis and/or pleural effusion. *Crit Care* 2008; 12: R122.
26. Via G, Lichtenstein D, Mojoli F, Rodi G, Neri L, Storti E *et al.*: Whole lung lavage: A unique model for ultrasound assessment of lung aeration changes. *Intensive Care Med* 2010; 36: 999–1007.
27. Reissig A, Heyne JP, Kroegel C: Sonography of lung and pleura in pulmonary embolism: sonomorphologic characterization and comparison with spiral CT scanning. *Chest* 2001; 120: 1977–1983.
28. Mathis G, Blank W, Reissig A, Lechleitner P, Reuss J, Schuler A *et al.*: Thoracic ultrasound for diagnosing pulmonary embolism: a prospective multicenter study of 352 patients. *Chest* 2005; 128: 1531–1538.
29. Torbicki A, Perrier A, Konstantinides S, Agnelli G, Galiè N, Pruszczyk P *et al.*: 2014 ESC guidelines on the diagnosis and management of acute pulmonary embolism: the Task Force for the Diagnosis and Management of Acute Pulmonary Embolism of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J* 2014; 35: 3033–3069.
30. Lichtenstein D, Mezière GA: Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure: the BLUE Protocol. *Chest* 2008; 134: 117–125.
31. Bugalho A, Ferreira D, Dias SS, Schuhmann M, Branco JC, Marques Gomes MJ *et al.*: The diagnostic value of transthoracic ultrasonographic features in predicting malignancy in undiagnosed pleural effusions: a prospective observational study. *Respiration* 2014; 87: 270–278.
32. Chen MH, Yan K, Zhang JS: Ultrasonography in differential diagnosis of peripheral pulmonary diseases. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi* 1994; 74: 19–22, 62.
33. Sperandeo M, Varriale A, Sperandeo G, Polverino E, Feragalli B, Piatelli ML *et al.*: Assessment of ultrasound acoustic artifacts in patients with acute dyspnea: a multicenter study. *Acta Radiol* 2012; 53: 885–892.
34. Lichtenstein D, Mézière G, Biderman P, Gepner A, Barré O: The comet-tail artifact. An ultrasound sign of alveolar-interstitial syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 1997; 156: 1640–1646.
35. Frassi F, Gargani L, Tesorio P, Raciti M, Mottola G, Picano E: Prognostic value of extravascular lung water assessed with ultrasound lung comets by chest sonography in patients with dyspnea and/or chest pain. *J Card Fail* 2007; 13: 830–835.
36. Volpicelli G, Caramello V, Cardinale L, Mussa A, Bar F, Frascisco MF: Bedside ultrasound of the lung for the monitoring of acute decompensated heart failure. *Am J Emerg Med* 2008; 28: 585–591.
37. Miglioranza MH, Gargani L, Sant’Anna RT, Rover MM, Martins VM, Mantovani A *et al.*: Lung ultrasound for the evaluation of pulmonary congestion in outpatients: a comparison with clinical assessment, natriuretic peptides, and echocardiography. *JACC Cardiovasc Imaging* 2013; 6: 1141–1151.
38. Pivetta E, Goffi A, Lupia E, Tizzani M, Porrino G, Ferreri E *et al.*: Lung Ultrasound-Implemented Diagnosis of Acute Decompensated Heart Failure in the ED: A SIMEU Multicenter Study. *Chest* 2015; 148: 202–210.
39. Lichtenstein D. FALLS-protocol: lung ultrasound in hemodynamic assessment of shock. *Heart Lung Vessel* 2013; 5: 142–147.
40. Sperandeo M, Varriale A, Sperandeo G, Filabozzi P, Piattelli ML, Carnevale V *et al.*: Transthoracic ultrasound in the evaluation of pulmonary fibrosis: our experience. *Ultrasound Med Biol* 2009; 35: 723–729.
41. Buda N, Piskunowicz M, Porzezińska M, Kosiak W, Zdrojewski Z: Lung Ultrasonography in the Evaluation of Interstitial Lung Disease in Systemic Connective Tissue Diseases: Criteria and Severity of Pulmonary Fibrosis – Analysis of 52 Patients. *Ultraschall Med* 2016; 37: 379–385.
42. Acar H, Yılmaz S, Yaka E, Doğan NÖ, Özbek AE, Pekdemir M: Evaluation of the Diagnostic Role of Bedside Lung Ultrasonography in Patients with Suspected Pulmonary Embolism in the Emergency Department. *Balkan Med J* 2017; 34: 356–361.