

Artykuł

Wpływ przedszpitalnej ultrasonografii płuc na precyzję diagnostyczną i transport do szpitala u pacjentów z dusznością i niewydolnością oddechową: retrospektywna analiza porównawcza.

Damian Kowalczyk^{1,2*} i Mikołaj Tyczyński^{1,2}

¹ "ZOZ Legionowo", ul. Generała Józefa Sowińskiego 4, 05-120 Legionowo, Polska.

² Akademia Medyczna Nauk Stosowanych i Holistycznych w Warszawie, Katedra Ratownictwa Medycznego, al. Jerozolimskie 133A, 03-304 Warszawa, Polska.

*Autor korespondencyjny: damiankowalczyk@onet.pl; Generała Józefa Sowińskiego 4, Legionowo, Polska.

(Tłumaczenie pracy oryginalnej z języka angielskiego: dr n. med. Damian Kowalczyk. Niniejsze tłumaczenie ma charakter wyłącznie poglądowy i edukacyjny. Nie stanowi oficjalnej wersji publikacji ani tekstu pierwotnego. Wersję tłumaczoną uzupełniono o dodatkowe przypisy oraz objaśnienia tłumaczeniowe. Materiał przeznaczony jest wyłącznie do użytku własnego i odczytu. Zabrania się jego publikowania, rozpowszechniania, cytowania ani wykorzystywania do celów komercyjnych bez zgody autorów oraz wydawcy)

Streszczenie:

Wprowadzenie: Duszność jest częstą przyczyną interwencji zespołów ratownictwa medycznego i wiąże się ze znacznym ryzykiem ciężkiego przebiegu klinicznego, powikłań oraz przyjęcia do szpitala. Jej diagnostyka różnicowa w warunkach przedszpitalnych pozostaje trudna z uwagi na ograniczoną dostępność badań obrazowych. Ultrasonografia point-of-care (POCUS), w tym ultrasonografia płuc (LUS), jest szybką techniką możliwą do zastosowania w terenie i zalecaną w wielu ostrych scenariuszach diagnostycznych dotyczących układu oddechowego.

Cel: Ocena zastosowania ultrasonografii płuc w warunkach przedszpitalnych oraz jej związku z precyzją rozpoznań dotyczących niewydolności oddechowej, częstością transportu do szpitalnego oddziału ratunkowego u pacjentów z dusznością/niewydolnością oddechową, a także charakterystyka profilu stwierdzanych zmian sonograficznych oraz ich korelacji z klinicznymi kategoriami diagnostycznymi. Dodatkowo porównano odsetki transportu w badanej populacji z zagregowanymi danymi regionalnymi dla województwo mazowieckie (z wyłączeniem analizowanego powiatu).

Metody: Przeprowadzono retrospektywne badanie obserwacyjne interwencji ZRM wykonanych między 1 stycznia 2025 r. a 30 czerwca 2025 r. w powiecie legionowskim (N = 353). Analizie poddano kody ICD-10 przypisane w dokumentacji przedszpitalnej (jeden kod główny

i do dwóch kodów dodatkowych) u pacjentów zgłaszających duszność i/lub niewydolność oddechową, wykonanie badania ultrasonograficznego oraz uzyskane wyniki LUS (brak ślizgu opłucnowego i/lub punkt płucny; linie B; konsolidacje; linie typu C; płyn w jamie opłucnej). Wykonano analizy opisowe, testy porównania częstości (χ^2 /Fishera), oszacowanie ryzyka względnego (RR) z 95% przedziałem ufności (CI) oraz analizę zgodności z użyciem współczynnika kappa Cohena (κ) między kategoriami etiologicznymi wyprowadzonymi z kodów ICD-10 a kategoriami wnioskowanymi na podstawie profili LUS (95% CI dla κ oszacowano metodą bootstrap). Badanie raportowano zgodnie z wytycznymi STROBE dla badań obserwacyjnych. Dodatkowo porównano rozkład kodowania ICD-10 oraz odsetek transportów do szpitala w całym województwie mazowieckim z wynikami obserwowanymi na analizowanym obszarze.

Wyniki: Badanie ultrasonograficzne wykonano w 72 z 353 interwencji ZRM (20,4%); transport do SOR wystąpił w 239 z 353 przypadków (67,7%). Najczęstszymi kategoriami klinicznymi opartymi na kodach ICD-10 były: ogólna/oparta na objawach — 182/353 (51,6%), zapalna — 77/353 (21,8%), obturacyjna — 66/353 (18,7%) oraz kardiologiczna — 20/353 (5,7%). Wśród nieprawidłowych wyników LUS najczęściej obserwowano linie B (43/72; 61,4%) oraz konsolidacje (29/72; 41,4%). Konsolidacje były silnie związane z kategorią zapalną (OR 9,72; $p = 2,36 \times 10^{-5}$), natomiast linie B — z kategorią kardiologiczną (OR 23,41; $p = 0,0011$) w grupie przypadków, w których wykonano LUS. Wykorzystanie ultrasonografii wiązało się z częstszym przypisaniem co najmniej jednego rozpoznania ukierunkowanego (nieopartego wyłącznie na objawach) w obrębie kodowania ICD: 53/72 (73,6%) vs 111/278 (39,9%), RR 1,84 (95% CI 1,51–2,25; $p < 0,001$). Zgodność między etiologiczną kategorią ICD-10 (zapalna/kardiologiczna/obturacyjna/inna) a kategorią wywnioskowaną z profilu LUS była umiarkowana: $\kappa = 0,36$ (95% CI 0,21–0,51), przy zgodności obserwowanej 54,2%. W porównaniu z zagregowanymi danymi regionalnymi (województwo mazowieckie bez analizowanego powiatu) ogólny odsetek transportu dla porównywalnych kodów ICD-10 był niższy w badanej jednostce: 279/409 (68,2%) vs 11 351/13 785 (82,3%), RR 0,83 (95% CI 0,78–0,89; $p < 0,001$). Największe różnice stwierdzono dla duszności (R06.0: 72,9% vs 88,2%; RR 0,83) oraz kodów obturacyjnych (J44/J45/J46 łącznie: 43,1% vs 67,0%; RR 0,64).

Wnioski: W retrospektywnej analizie jednostka z systemowo wdrożoną ultrasonografią wykazywała niższą częstość transportu do szpitala dla wybranych kodów ICD-10 dotyczących duszności/niewydolności oddechowej w porównaniu z danymi regionalnymi oraz większą precyzję kodowania diagnostycznego ICD-10 w przypadkach, w których wykonano ultrasonografię płuc. Profil zmian w LUS korelował z kategoriami klinicznymi w sposób zgodny z dostępnym piśmiennictwem.

Słowa kluczowe: przedszpitalna ultrasonografia płuc; ultrasonografia point-of-care; ultrasonografia płuc; LUS; duszność; medycyna ratunkowa; diagnostyka przedszpitalna; zespoły ratownictwa medycznego

1. Wprowadzenie

Duszność oraz szeroko rozumiana niewydolność oddechowa należą do najistotniejszych klinicznie przyczyn interwencji zespołów ratownictwa medycznego (ZRM) [1]. W dużych kohortach stany te odpowiadają za znaczną część kontaktów z ZRM i szpitalnymi oddziałami ratunkowymi, a znaczny odsetek pacjentów wymaga ostatecznie hospitalizacji lub leczenia na oddziale intensywnej terapii [2].

Z perspektywy praktyki przedszpitalnej kluczowym wyzwaniem jest szybkie różnicowanie przyczyn duszności, obejmujących m.in. stany obturacyjne (przewlekła obturacyjna choroba płuc [POChP] lub astma), etiologie infekcyjne (np. zapalenie płuc), przyczyny kardiogenne (ostry obrzęk płuc lub zdekompensowana niewydolność serca) oraz patologie opłucnej (np. odma opłucnowa lub wysięk opłucnowy). W warunkach przedszpitalnych różnicowanie to jest szczególnie trudne, ponieważ objawy kliniczne — takie jak tachypnoe, hipoksemia czy nieprawidłowości osłuchowe — często nakładają się między jednostkami chorobowymi [3]. W rezultacie samo badanie kliniczne często nie pozwala na wiarygodną identyfikację przyczyny bez dodatkowej diagnostyki obrazowej, w tym ultrasonografii płuc.

Ultrasonografia point-of-care stała się ważnym narzędziem wspierającym szybkie decyzje diagnostyczne i terapeutyczne w medycynie ratunkowej [4]. Równoległe jej zastosowanie w warunkach przedszpitalnych istotnie wzrosło dzięki miniaturyzacji aparatów USG, coraz większej dostępności dedykowanych programów szkoleniowych oraz rosnącej liczbie dowodów naukowych potwierdzających jej użyteczność [5]. Spośród różnych zastosowań POCUS, ultrasonografia płuc jest szczególnie atrakcyjna w diagnostyce różnicowej ostrej duszności, ponieważ opiera się na rozpoznawaniu powtarzalnych artefaktów ultrasonograficznych — takich jak linie A, linie B, konsolidacje oraz objawy odmy opłucnowej — ściśle związanych z określonymi stanami patofizjologicznymi [6].

Dotychczasowe badania wykazały wysoką użyteczność diagnostyczną wybranych znalezisk LUS. Linie B cechują się wysoką czułością i swoistością w rozpoznawaniu ostrego kardiogenego obrzęku płuc [4]. Objawy odmy opłucnowej, w tym punkt płucny, są wysoce swoiste dla rozpoznania odmy [6]. Ponadto ultrasonografia charakteryzuje się wysoką czułością w wykrywaniu płynu w jamie opłucnej i często przewyższa pod tym względem klasyczne RTG klatki piersiowej [7]. W odniesieniu do zapalenia płuc metaanalizy wskazują na wysoką dokładność diagnostyczną LUS, nierzadko wykazującą większą czułość niż radiografia klatki piersiowej przy porównywalnej lub wysokiej swoistości zależnie od badanej populacji [8].

W środowisku przedszpitalnym dostępne piśmiennictwo sugeruje, że badania LUS są wykonalne po relatywnie krótkich programach szkoleniowych oraz że POCUS może wpływać zarówno na decyzje terapeutyczne, jak i transportowe [9]. W ostrej niewydolności serca kilka badań wykazało również poprawę trafności oceny przedszpitalnej po włączeniu LUS do procesu diagnostycznego [10]. Mimo tych obiecujących obserwacji analizy systemowe oceniające zależność między dostępnością i wykorzystaniem ultrasonografii w

jednostkach ZRM a klinicznie istotnymi punktami końcowymi decyzyjnymi — takimi jak odsetek transportów do szpitala — pozostają ograniczone.

W tym kontekście celem niniejszego badania jest jednocześnie:

- (1) opisanie rzeczywistej częstości stosowania LUS u pacjentów zgłaszających duszność lub niewydolność oddechową w warunkach przedszpitalnych;
- (2) scharakteryzowanie spektrum obserwowanych zmian sonograficznych i ich korelacji z kategoriami diagnostycznymi;
- (3) ocena, czy wykorzystanie ultrasonografii jest związane z bardziej ukierunkowanym kodowaniem diagnostycznym ICD-10;
- (4) porównanie odsetków transportu do szpitala w badanej jednostce ZRM z danymi regionalnymi pochodzącymi z krajowego rejestru monitorowania ratownictwa medycznego.

2. Materiały i metody

2.1. Projekt badania

Badanie zaprojektowano jako retrospektywną analizę obserwacyjną interwencji zespołów ratownictwa medycznego (ZRM) wykonanych między 1 stycznia 2025 r. a 30 czerwca 2025 r. w powiecie legionowskim, Polska. Celem badania była ocena roli ultrasonografii płuc (LUS) w diagnostyce przedszpitalnej u pacjentów zgłaszających duszność lub niewydolność oddechową, w tym jej związku z kodowaniem diagnostycznym ukierunkowanym etiologicznie, częstością transportu do szpitala oraz korelacją między zmianami sonograficznymi a klinicznymi kategoriami diagnostycznymi. Chociaż trafność diagnostyczna nie była oceniana bezpośrednio, obserwowane przesunięcie w kierunku bardziej etiologicznego kodowania ICD-10 sugeruje, że LUS może wspierać bardziej uporządkowane rozumowanie kliniczne w warunkach przedszpitalnych. Badanie obejmowało ponadto analizę porównawczą z zagregowanymi danymi regionalnymi uzyskanymi z Krajowe Centrum Monitorowania Ratownictwa Medycznego (KCMRM) dla województwa mazowieckiego, z wyłączeniem powiatu legionowskiego. Powiat legionowski jest regionem miejsko-podmiejskim położonym w centralnej Polsce, liczącym około 125 000 mieszkańców. Województwo mazowieckie, stanowiące największy region administracyjny w Polsce, liczy około 5,4 mln mieszkańców. Dane populacyjne pozyskano z Głównego Urzędu Statystycznego.

2.2. Uczestnicy

Populację badaną stanowili pacjenci badani przez ZRM w powiecie legionowskim w okresie badania. Do analizy kwalifikowano pacjentów, jeśli dokumentacja medyczna ZRM zawierała co najmniej jeden kod ICD-10 odpowiadający duszności, niewydolności oddechowej lub pokrewnym stanom ze strony układu oddechowego. Zgodnie z polskim systemem dokumentacji ZRM kierownik zespołu jest zobowiązany do przypisania co najmniej jednego kodu ICD-10 i maksymalnie trzech kodów (jednego rozpoznania głównego oraz do dwóch rozpoznań dodatkowych). Wszystkie zarejestrowane kody uwzględniono w analizie. Każdego pacjenta liczono jednokrotnie w populacji badanej, natomiast wszystkie przypisane kody ICD-10 uwzględniono przy klasyfikacji kategorii klinicznych. Nie

proszono rekrutacji uczestników ani procedury uzyskiwania świadomej zgody, ponieważ badanie miało charakter retrospektywny i opierało się na zanonimizowanej rutynowej dokumentacji ZRM.

2.3. Kryteria włączenia

Pacjentów włączano do badania, jeśli interwencja ZRM spełniała następujące kryteria: interwencja wykonana była przez ZRM, między 1 stycznia 2025 r. a 30 czerwca 2025 r., miejsce interwencji na terenie powiatu legionowskiego oraz obecność co najmniej jednego z predefiniowanych kodów ICD-10 związanych z dusznością, niewydolnością oddechową lub towarzyszącymi stanami oddechowymi. Kody ICD-10 pogrupowano w z góry określone kategorie kliniczne, przedstawione w tabeli 1.

Tabela 1. Kody ICD-10 uwzględnione w badaniu i ich kategoryzacja kliniczna.

Kategoria kliniczna	Kod ICD-10	Opis
Ogólna / oparta na objawach	R06.0	Duszność
Ogólna / oparta na objawach	R06	Zaburzenia oddychania
Ogólna / oparta na objawach	R06.8	Inne określone zaburzenia oddychania
Ogólna / oparta na objawach	J96	Niewydolność oddechowa niesklasyfikowana gdzie indziej
Ogólna / oparta na objawach	J96.1	Przewlekła niewydolność oddechowa
Ogólna / oparta na objawach	J96.0	Ostra niewydolność oddechowa
Ogólna / oparta na objawach	J80	Zespół ciężkiej niewydolności oddechowej dorosłych
Ogólna / oparta na objawach	J00	Ostre zapalenie nosa i gardła [przeziębienie]
Ogólna / oparta na objawach	J94	Inne patologie opłucnej
Ogólna / oparta na objawach	J93	Odma opłucnowa
Zapalna	J16	Zapalenie płuc wywołane przez inny czynnik zakaźny, niesklasyfikowane gdzie indziej
Zapalna	J17	Zapalenie płuc w przebiegu chorób sklasyfikowanych gdzie indziej
Zapalna	J12	Wirusowe zapalenie płuc
Zapalna	J12.8	Zapalenie płuc wywołane przez inny wirus
Zapalna	J18.0	Odoskrzelowe zapalenie płuc, nieokreślone

Zapalna	J40	Zapalenie oskrzeli nieokreślone jako ostre albo przewlekłe
Zapalna	J20	Ostre zapalenie oskrzeli
Kardiologiczna	J81	Obrzęk płuc
Kardiologiczna	J90	Wysięk opłucnowy niesklasyfikowany gdzie indziej
Obturacyjna	J44	Przewlekła obturacyjna choroba płuc (POChP)
Obturacyjna	J44.9	Przewlekła obturacyjna choroba płuc, nieokreślona
Obturacyjna	J44.1	Przewlekła obturacyjna choroba płuc w okresie zaostrzenia, nieokreślona
Obturacyjna	J44.8	Inna określona przewlekła obturacyjna choroba płuc
Obturacyjna	J45	Astma oskrzelowa
Obturacyjna	J45.9	Astma oskrzelowa, nieokreślona
Obturacyjna	J46	Stan astmatyczny
Nowotworowa	C34	Nowotwór złośliwy oskrzela i płuca

Kodów powiązanych z niewydolnością serca, takich jak I50, nie włączono do z góry określonej kategorii kardiologicznej, ponieważ badanie koncentrowało się na kodach ICD-10 bezpośrednio odzwierciedlających niewydolność oddechową, duszność lub dysfunkcję układu oddechowego. W rutynowej praktyce przedszpitalnej I50 może być również przypisywane pacjentom z dominującymi objawami krążeniowymi lub ogólnoustrojowymi, bez istotnego ostrego upośledzenia oddechowego, co mogłoby obniżyć swoistość ramy analitycznej ukierunkowanej na objawy oddechowe zastosowanej w niniejszym badaniu.

2.4. Zbieranie danych

Dane wyodrębniono retrospektywnie z dokumentacji medycznej ZRM, w tym z kart medycznych czynności ratunkowych. Zebrano następujące zmienne: przypisane kody diagnostyczne ICD-10, wykonanie ultrasonografii płuc (LUS) podczas interwencji ZRM, stwierdzone w LUS zmiany sonograficzne, decyzję o transporcie do szpitalnego oddziału ratunkowego oraz końcowe przedszpitalne kodowanie ICD-10. Pełny zbiór danych pacjentów z powiatu legionowskiego, obejmujący przypisane kody ICD-10 i odpowiadające im wyniki ultrasonografii płuc, przedstawiono w tabeli suplementarnej S2.

2.5. Ocena ultrasonografii płuc

W przypadkach, w których wykonano ultrasonografię płuc, odnotowywano obecność następujących zmian sonograficznych: brak śluzu opłucnowego i/lub punkt płucny (sugerujące odemę opłucnową), linie B, konsolidacje płucne, konsolidacje podopłucnowe (artefakty typu C-line) oraz płyn w jamie opłucnej. Rozkład zmian sonograficznych analizowano i korelowano z klinicznymi kategoriami ICD-10 w celu określenia, które wzorce ultrasonograficzne najczęściej współwystępowały z poszczególnymi grupami chorób. Wszystkie badania ultrasonograficzne płuc wykonano tym samym urządzeniem (Philips Lumify) wyposażonym w głowicę krzywoliniową (convex), ponieważ we wszystkich zespołach ZRM objętych badaniem wdrożono ujednolicony system ultrasonograficzny. Ultrasonografię płuc stosowano jako badanie uzupełniające wobec standardowego badania

przedmiotowego. Decyzję o wykonaniu badania, podobnie jak moment jego przeprowadzenia podczas interwencji przedszpitalnej, pozostawiano ocenie klinicznej kierownika zespołu ZRM; nie obowiązywały uprzednio zdefiniowane kryteria jego użycia ani sztywny protokół nakazujący wykonanie ultrasonografii. Na potrzeby interpretacyjne konsolidacje i konsolidacje podopłucnowe uznawano za wzorzec głównie zapalny, linie B bez współistniejącej konsolidacji — za wzorzec głównie kardiologiczny, objawy odmy opłucnowej — za nieinfekcyjną patologię opłucnową, a prawidłowe profile upowietrzenia — za obraz zgodny ze stanami obturacyjnymi w odpowiednim kontekście klinicznym. Dla przejrzystości zależność między wynikami ultrasonografii płuc a klinicznymi kategoriami diagnostycznymi podsumowano w tabeli 2.

Tabela 2. Mapowanie wyników ultrasonografii płuc na kliniczne kategorie diagnostyczne.

Kategoria kliniczna	Typowe wyniki LUS	Interpretacja kliniczna
Kardiologiczna	Rozlane obustronne linie B \pm płyn w jamie opłucnej	Obraz sugerujący obrzęk płuc / pochodzenie kardiogenne
Zapalna	Konsolidacje, konsolidacje podopłucnowe, ogniskowe linie B	Obraz sugerujący zapalenie płuc lub patologię zapalną
Obturacyjna	Profil A (prawidłowe upowietrzenie), zachowany śluzg opłucnowy	Obraz zgodny z chorobami obturacyjnymi (np. POChP, astma)
Inna	Objawy odmy opłucnowej (punkt płucny, brak śluzgu) albo wzorce mieszane	Patologia nieswoista lub alternatywna

2.6. Wdrożenie ultrasonografii w ZRM

W ZRM działających w powiecie legionowskim ultrasonografia płuc została systemowo wdrożona we wszystkich zespołach od 2024 r. Każdy zespół ZRM wyposażono w przenośny aparat USG, a wszyscy kierownicy zespołów ukończyli co najmniej jeden certyfikowany kurs diagnostyki ultrasonograficznej w warunkach przedszpitalnych. Taka struktura organizacyjna umożliwia rutynowe stosowanie LUS podczas interwencji przedszpitalnych. Wszyscy kierownicy zespołów uczestniczący w badaniu ukończyli ten sam wewnętrzny program szkolenia ultrasonograficznego, obejmujący 6-godzinny kurs podstawowy oraz 8-godzinny kurs zaawansowany prowadzony przez doświadczonych praktyków. Ponadto wszyscy operatorzy mieli wcześniejsze doświadczenie kliniczne w ratownictwie medycznym i rutynowo wykonywali badania ultrasonograficzne płuc w codziennej praktyce po wdrożeniu USG w 2024 r. Szkolenie koncentrowało się m.in. na różnicowaniu niewydolności oddechowej za pomocą ultrasonografii, w oparciu o protokół BLUE. Interpretację obrazu prowadzono na miejscu zdarzenia w ramach rutynowej opieki klinicznej. W okresie badania nie wdrożono formalnego scentralizowanego archiwizowania obrazów, transmisji ani zewnętrznego systemu przeglądu jakości. Ultrasonografia płuc była systemowo wdrożona we wszystkich zespołach od 2024 r., a więc przed rozpoczęciem okresu badania. W analizowanym czasie system ZRM w powiecie legionowskim obejmował pięć

zespołów. Wszystkie zespoły miały całodobowy dostęp do tych samych aparatów ultrasonograficznych i tej samej konfiguracji głowic.

2.7. Regionalna dostępność ultrasonografii w ratownictwie medycznym

W celu oceny dostępności ultrasonografii w innych jednostkach ZRM województwa mazowieckiego skierowano oficjalne zapytania do wszystkich świadczeniodawców ratownictwa medycznego w regionie. Skontaktowano się z następującymi instytucjami:

- SPZOZ Wojewódzka Stacja Pogotowia Ratunkowego "Meditrans" w Warszawie,
- Radomska Stacja Pogotowia Ratunkowego w Radomiu,
- SPZOZ "RM-Meditrans" SPRIS w Siedlcach,
- SPZOZ Wojewódzka Stacja Pogotowia Ratunkowego i Transportu Sanitarnego w Płocku,
- SPZOZ „Meditrans Ostrołęka”,
- Nowodworskie Centrum Medyczne w Nowym Dworze Mazowieckim,
- SPZZOZ w Przasnyszu,
- Mazowiecki Szpital Specjalistyczny w Radomiu Sp. z o.o.,
- Mazowiecki Szpital Bródnowski w Warszawie,
- Powiatowa Stacja Ratownictwa Medycznego Powiatu Warszawskiego Zachodniego w Błoniu.

Uzyskane odpowiedzi wskazywały, że:

- część świadczeniodawców ZRM nie wyposaża zespołów w aparaty ultrasonograficzne;
- w niektórych jednostkach ultrasonografia jest dostępna jedynie w specjalistycznych zespołach ratownictwa medycznego z obsadą lekarską;
- kilku świadczeniodawców nie odpowiedziało na zapytanie.

Odpowiedzi wskazywały, że część świadczeniodawców nie wyposaża zespołów w aparaty ultrasonograficzne (2/10; 20,0%), w niektórych służbach ultrasonografia jest dostępna wyłącznie w zespołach specjalistycznych z udziałem lekarza (1/10; 10,0%), a kilku świadczeniodawców nie odpowiedziało na zapytanie (7/10; 70,0%). Wyniki te sugerują, że systemowe wdrożenie ultrasonografii we wszystkich zespołach ZRM nadal pozostaje w regionie rzadkością.

2.8. Dane do porównania regionalnego

Zagregowane dane dotyczące tych samych kategorii ICD-10 uzyskano z Krajowego Centrum Monitorowania Ratownictwa Medycznego dla województwa mazowieckiego, z wyłączeniem powiatu legionowskiego. Dane te obejmowały: liczbę interwencji ZRM, przypisane kody ICD-10 oraz odsetek transportów do szpitala. Pozwoliło to na porównanie badanej jednostki ZRM, w której ultrasonografia była systemowo dostępna, z regionalnym systemem ZRM, w którym dostępność ultrasonografii jest ograniczona lub niespójna. Szczegółowe zagregowane dane regionalne uzyskane z Krajowe Centrum Monitorowania Ratownictwa Medycznego przedstawiono w tabeli suplementarnej S1.

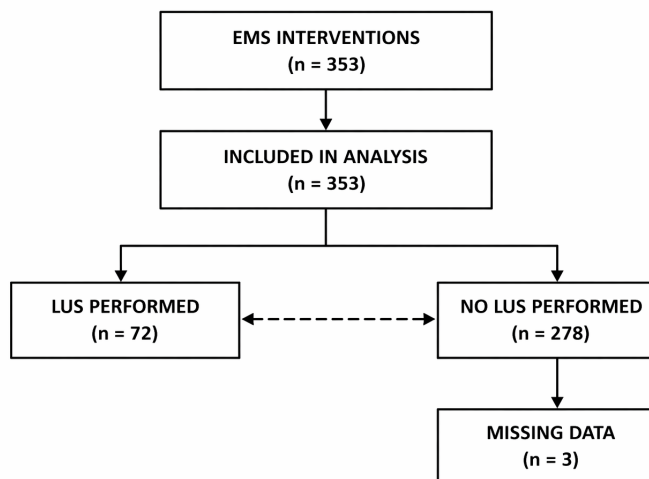
2.9. Analiza statystyczna

Zmienne ciągle oceniano pod kątem normalności rozkładu testem Shapiro–Wilka. Ponieważ rozkład zmiennych ciągłych odbiegał od normalnego, przedstawiano je jako medianę i rozstęp międzykwartyłowy (IQR), od dolnego kwartyłu (LQ, 25%) do górnego kwartyłu (UQ, 75%). Zmienne kategoryczne prezentowano jako liczby bezwzględne i odsetki. Różnice między zmiennymi kategorycznymi oceniano testem chi-kwadrat (χ^2) lub dokładnym testem Fishera, gdy było to właściwe dla opisywanego przypadku. Związek między zmianami sonograficznymi w ultrasonografii płuc (LUS) a kategoriami klinicznymi opartymi na kodach ICD-10 oceniano za pomocą ilorazów szans (OR) z odpowiadającymi im 95% przedziałami ufności (CI) [11]. Dla wybranych porównań, w tym częstości rozpoznania ukierunkowanych oraz transportu do szpitalnego oddziału ratunkowego, obliczano dodatkowo ryzyko względne (RR) z 95% CI. Zgodność między kategoriami etiologicznymi wyprowadzonymi z kodów ICD-10 a kategoriami wnioskowanymi na podstawie wyników ultrasonografii płuc oceniano z użyciem współczynnika kappa Cohena (κ). Wynik wyrażano jako κ z 95% CI oszacowanym metodą bootstrap. Interpretację współczynnika kappa oparto na zaleceniach McHugh i wsp. [12]. Przeprowadzono również analizę porównawczą między badaną populacją (powiat legionowski) a zagregowanymi danymi regionalnymi uzyskanymi z Krajowego Centrum Monitorowania Ratownictwa Medycznego dla województwa mazowieckiego (z wyłączeniem powiatu legionowskiego), obejmującą częstość transportu do szpitala dla porównywalnych kategorii ICD-10. Wszystkie testy statystyczne były dwustronne, a wartość $p < 0,05$ uznawano za istotną statystycznie. Analizy statystyczne przeprowadzono w programie R, wersja 4.3.1 (R Foundation for Statistical Computing, Wiedeń, Austria). Współczynnik kappa obliczono w programie Statistica 13.1 (TIBCO Software Inc., Palo Alto, CA, USA). Badanie raportowano zgodnie z wytycznymi STROBE dla badań obserwacyjnych [13]. Ze względu na retrospektywny charakter badania, opartego na wszystkich kwalifikujących się interwencjach ZRM zarejestrowanych w uprzednio zdefiniowanym okresie, nie przeprowadzono a priori kalkulacji liczebności próby ani mocy badania.

3. Wyniki

3.1. Populacja badania

Schemat włączenia pacjentów i wykorzystania ultrasonografii płuc (LUS) przedstawiono na rycinie 1. Schemat ilustruje rozkład pacjentów w zależności od wykonania badania ultrasonograficznego.



Rycina 1. Schemat włączenia pacjentów do badania oraz wykorzystania ultrasonografii płuc (LUS) w analizowanej populacji (wersja oryginalna, nie dokonywano polskiego tłumaczenia)

W analizowanym okresie 353 interwencje ZRM spełniły z góry określone kryteria włączenia w badanym powiecie. W 176/353 przypadkach (49,9%) przypisano jeden kod ICD-10, w 134/353 (38,0%) dwa kody, a w 43/353 (12,2%) udokumentowano trzy kody diagnostyczne. Transport do szpitalnego oddziału ratunkowego (SOR) wystąpił w 239/353 interwencjach (67,7%). Ultrasonografię płuc wykonano w 72/353 interwencjach (20,4%), natomiast brak wykonania badania odnotowano w 278/353 przypadkach (78,8%). Informacja o wykonaniu ultrasonografii była brakująca w 3/353 przypadkach (0,8%). Częstość wykorzystania ultrasonografii różniła się między kategoriami diagnostycznymi. Najwyższą częstość badań LUS obserwowano w kategorii kardiologicznej (60,0%) i zapalnej (36,4%), a najniższą w kategorii ogólnej/opartej na objawach (11,1%) i obturacyjnej (16,9%). Pełny zbiór danych będący podstawą analizy jest dostępny w materiałach uzupełniających (tabela suplementarna S2).

Tabela 3. Charakterystyka badanej populacji.

Zmienna	N	%
Łączna liczba włączonych interwencji ZRM	353	100
Wykonano ultrasonografię płuc	72	20,4
Nie wykonano ultrasonografii płuc	278	78,8
Brak danych o wykonaniu ultrasonografii	3	0,8
Transport do SOR	239	67,7
Brak transportu	114	32,3

3.2. Rozkład kategorii klinicznych

Większość przypadków sklasyfikowano w kategorii ogólnej/opartej na objawach, następnie w kategoriach zapalnej i obturacyjnej, podczas gdy kategorie kardiologiczna i nowotworowa występowały rzadziej (tabela 4). Najwyższy odsetek transportu do szpitala obserwowano w kategorii kardiologicznej. Najlichnieszą grupę stanowiły przypadki należące do kategorii ogólnej/opartej na objawach.

Rozkład kategorii klinicznych na podstawie pełnego zestawu przypisanych kodów ICD-10 (do trzech na przypadek) był następujący:

- ogólna/oparta na objawach: 182/353 (51,6%);
- zapalna: 77/353 (21,8%);
- obturacyjna: 66/353 (18,7%);
- kardiologiczna: 20/353 (5,7%);
- inna: 7/353 (2,0%);
- nowotworowa: 1/353 (0,3%).

Najwyższy odsetek transportu do szpitala obserwowano w kategorii kardiologicznej (19/20; 95,0%). Najlichnieszą grupę przypadków stanowiła kategoria ogólna/oparta na objawach (182/353).

Tabela 4. Kategorie kliniczne na podstawie kodów ICD-10.

Kategoria kliniczna	N	%
Ogólna / oparta na objawach	182	51,6
Zapalna	77	21,8
Obturacyjna	66	18,7
Kardiologiczna	20	5,7
Inna	7	2,0
Nowotworowa	1	0,3

3.3. Wyniku ultrasonografii płuc

Wśród pacjentów, u których wykonano ultrasonografię płuc, najczęstszymi nieprawidłowościami były linie B i konsolidacje płucne, a następnie konsolidacje podopłucnowe. Płyn w jamie opłucnej oraz objawy odmy opłucnowej występowały rzadziej. W 16/72 badaniach nie odnotowano żadnych nieprawidłowości, co odpowiada prawidłowemu profilowi upowietrzenia (profil A). Wśród pacjentów, u których wykonano ultrasonografię płuc ($n = 72$), najczęściej rejestrowanymi zmianami sonograficznymi były linie B (43/72; 61,4%), konsolidacje płucne (29/72; 41,4%) oraz konsolidacje podopłucnowe (23/72; 32,9%). Płyn w jamie opłucnej obserwowano w 11/72 przypadkach (15,3%), natomiast objawy odmy opłucnowej odnotowano w 2/72 przypadkach (2,8%). W 16/72 badaniach (22,2%) nie stwierdzono żadnej z wymienionych nieprawidłowości, co odpowiada prawidłowemu profilowi upowietrzenia (profil A).

Tabela 5. Wyniki sonograficzne u pacjentów, u których wykonano ultrasonografię płuc ($n = 72$).

Wynik sonograficzny	N	%
Linie B	43	61,4
Konsolidacje płucne	29	41,4
Konsolidacje podopłucnowe (artefakty typu C-line)	23	32,9
Płyn w jamie opłucnej	11	15,3
Objawy odmy opłucnowej (brak ślizgu opłucnowego i/lub punkt płucny)	2	2,8
Prawidłowy profil upowietrzenia (profil A)	16	22,2

3.4. Związek między wynikami LUS a kategoriami diagnostycznymi

W podgrupie pacjentów, u których wykonano badanie LUS, konsolidacje płucne były silnie związane z kategorią zapalną (OR 9,72; $p < 0,0001$), natomiast linie B — z kategorią kardiologiczną (OR 23,41; $p = 0,0011$). W podgrupie pacjentów, u których wykonano badanie LUS, analiza związku między wynikami ultrasonografii a klinicznymi kategoriami ICD-10 wykazała, że:

- konsolidacje płucne silnie różnicowały kategorię zapalną (OR 9,72; $p = 2,36 \times 10^{-5}$);
- linie B silnie różnicowały kategorię kardiologiczną (OR 23,41; $p = 0,0011$).

3.5. Wpływ ultrasonografii na precyzję diagnostyczną

Odsetek rozpoznań ukierunkowanych etiologicznie, zdefiniowanych jako obecność co najmniej jednego kodu ICD-10 nieopartego wyłącznie na objawach wśród przypisanych rozpoznań, wynosił 165/353 (46,7%) w całej badanej populacji. Analizy dotyczące wpływu ultrasonografii na precyzję diagnostyczną ograniczono do przypadków z udokumentowanym statusem wykonania ultrasonografii. Odsetek ten był istotnie wyższy w przypadkach, w których wykonano ultrasonografię, niż w przypadkach bez udokumentowanego użycia badania: 53/72 (73,6%) vs 111/278 (39,9%), RR 1,84 (95% CI 1,51–2,25; $p < 0,001$). Podobnie przypisanie swoistego głównego rozpoznania ICD-10 było częstsze, gdy wykonano ultrasonografię: 41/72 (56,9%) vs 104/278 (37,4%), RR 1,52 (95% CI 1,18–1,96; $p = 0,004$).

Tabela 6. Wpływ ultrasonografii na precyzję diagnostyczną.

Zmienna	Wykonano LUS	Nie wykonano LUS	RR (95% CI)
Rozpoznanie ukierunkowane (ICD-10 nieoparte wyłącznie na objawach)	53 / 72 (73,6%)	111 / 278 (39,9%)	1,84 (1,51–2,25)
Swoiste główne rozpoznanie ICD-10	41 / 72 (56,9%)	104 / 278 (37,4%)	1,52 (1,18–1,96)

3.6. Zgodność między profilem LUS a etiologiczną kategorią ICD-10

Zgodność między kategoriami etiologicznymi wyprowadzonymi z kodowania ICD-10 (zapalna/kardiologiczna/obturacyjna/inna) a kategoriami wnioskowanymi na podstawie profilu LUS (odma opłucnowa → inna; konsolidacje lub konsolidacje podopłucnowe → zapalna; linie B bez konsolidacji → kardiologiczna; prawidłowy profil upowietrzenia → obturacyjna; pozostałe przypadki → inna) była umiarkowana.

Zgodność obserwowana wynosiła 54,2%, przy $\kappa = 0,36$ (95% CI 0,21–0,51). W podgrupie przypadków, w których kodowanie ICD wskazywało na jasno określoną etiologię (po wyłączeniu kategorii „inna”), zgodność wzrastała do $\kappa = 0,46$ (95% CI 0,22–0,66). Wśród przypadków sklasyfikowanych według kodowania ICD-10 jako „inne” w grupie z wykonanym badaniem ultrasonograficznym ($n = 21$), LUS sugerowało jedną z trzech swoistych kategorii etiologicznych (zapalną, kardiologiczną lub obturacyjną) w 17/21 przypadkach (81%).

3.7. Regionalne porównanie odsetków transportu do szpitala

Według danych uzyskanych z Krajowego Centrum Monitorowania Ratownictwa Medycznego, w analizowanym okresie w województwie mazowieckim (z wyłączeniem badanego powiatu) odnotowano łącznie 204 823 interwencje ZRM. Łączna liczba wystąpień analizowanych kodów ICD-10 wynosiła 14 469, z czego 11 906 (82,3%) zakończyło się transportem do szpitala. Dla porównywalnych kodów ICD-10 obecnych w obu zbiorach danych całkowity odsetek transportu był niższy w analizowanej jednostce ZRM niż w zbiorze regionalnym: 279/409 (68,2%) vs 11 351/13 785 (82,3%), RR 0,83 (95% CI 0,78–0,89; $p < 0,001$) (tabele 7 i 8).

Tabela 7. Porównanie odsetków transportu do szpitala: badana populacja vs dane regionalne.

Populacja	Transport do SOR	Łączna liczba przypadków	%
Powiat legionowski	279	409	68,2
Województwo mazowieckie (bez badanego powiatu)	11 351	13 785	82,3

Tabela 8. Ryzyko względne transportu do szpitala.

Porównanie	RR	95% CI	p
Powiat legionowski vs dane regionalne	0,83	0,78–0,89	< 0,001

Podobne różnice obserwowano dla kodów objawowych i nieswoistych kodów oddechowych (R06.* i J96.), a także dla kodów obturacyjnych chorób dróg oddechowych (J44/J45/J46) oraz dla R06.0 (duszność) (tabela 9).

Tabela 10. Wybrane różnice w transporcie dla kodów ICD-10.

Kod ICD-10	Transport w badanej populacji	Transport regionalny	RR
R06.0 Duszność	72,9%	88,2%	0,83
J44/J45/J46 Choroby obturacyjne	43,1%	67	

4. Dyskusja

Wyniki niniejszego badania poszerzają rosnący zasób dowodów sugerujących, że ultrasonografia płuc wykonywana w warunkach przedszpitalnych może stanowić istotne wsparcie diagnostyczne u pacjentów z ostrą dusznością i niewydolnością oddechową. W analizowanej populacji zastosowanie LUS wiązało się z większym odsetkiem rozpoznań ukierunkowanych etiologicznie oraz z niższym odsetkiem transportu do szpitala w porównaniu z danymi regionalnymi, co sugeruje, że systemowe wdrożenie ultrasonografii w ratownictwie medycznym może wpływać na procesy diagnostyczne i decyzyjne w opiece przedszpitalnej.

Dostępne piśmiennictwo wskazuje, że wykorzystanie ultrasonografii point-of-care (POCUS) w ocenie ostrej duszności może wspomagać zespoły ratownictwa medycznego w ukierunkowaniu rozpoznania etiologicznego w sytuacjach, gdy dostęp do zaawansowanej diagnostyki obrazowej jest ograniczony. Metaanalizy dotyczące przedszpitalnego wykorzystania ultrasonografii w ostrej niewydolności oddechowej sugerują, że POCUS może poprawiać trafność diagnostyczną w środowisku przedszpitalnym. Jednocześnie autorzy tych analiz podkreślają, że ogólna jakość dowodów pozostaje w kilku obszarach ograniczona i wskazują na potrzebę dalszych badań o wyższej rygorystyczności metodologicznej [1].

Wyniki niniejszego badania są zgodne z tymi obserwacjami. W analizowanej kohorcie wykonanie ultrasonografii płuc było związane z istotnie większym odsetkiem rozpoznań ukierunkowanych etiologicznie (RR 1,84), co sugeruje, że LUS może wspierać rozumowanie diagnostyczne ratowników medycznych już na etapie przedszpitalnym. Istotne jest również to, że brak formalnego archiwizowania obrazów oraz zewnętrznej kontroli jakości odzwierciedla realną praktykę przedszpitalną, w której ultrasonografia point-of-care jest wykorzystywana przede wszystkim jako przyłózkowe narzędzie wspierające decyzje, a nie jako w pełni zestandaryzowana metoda obrazowania. Choć może to ograniczać

wewnętrzna walidacja interpretacji obrazów, zwiększa to trafność zewnętrzną badania i lepiej odzwierciedla rzeczywiste warunki kliniczne w systemach ZRM.

Ponadto analiza wyników ultrasonograficznych wykazała charakterystyczne zależności między określonymi wzorcami sonograficznymi a klinicznymi kategoriami diagnostycznymi. Linie B były silnie związane z kategorią kardiologiczną, natomiast konsolidacje płucne — z rozpoznaniem zapalnymi. Obserwacje te są zgodne z aktualnym rozumieniem patofizjologii ultrasonografii płuc oraz z wynikami badań klinicznych prowadzonych w warunkach szpitalnych [4].

Mechanistycznie potencjalny wpływ LUS na decyzje dotyczące transportu do szpitala może przebiegać kilkoma drogami. Po pierwsze, ultrasonografia płuc może ułatwiać wcześniejsze rozpoznanie stanów wymagających pilnej hospitalizacji, takich jak ostry kardiogeny obrzęk płuc, w którym dominujący profil linii B stanowi charakterystyczny wzorzec sonograficzny. Po drugie, brak cech zastoju śródmiąższowego lub płynu w jamie opłucnej przy dominującym profilu A może wspierać rozpoznanie obturacyjnych przyczyn duszności, takich jak zaostrenie POChP lub astmy. U pacjentów stabilnych klinicznie informacja ta może ograniczyć konieczność zachowawczego transportu do szpitala. Po trzecie, wcześniejsze doprecyzowanie etiologii duszności może umożliwiać bardziej ukierunkowane leczenie przedszpitalne, potencjalnie poprawiające stan chorego jeszcze przed przyjęciem do szpitala [14].

Dotychczasowe badania nad przedszpitalnym rozpoznawaniem ostrej niewydolności serca wykazały, że ultrasonografia płuc może poprawiać trafność diagnostyczną oraz wpływać na decyzje terapeutyczne w ratownictwie medycznym [15]. W niniejszym badaniu obserwowany związek między liniami B a rozpoznaniem kardiologicznymi dodatkowo wspiera użyteczność tego wzorca sonograficznego w identyfikacji obrzęku płuc w środowisku przedszpitalnym [16].

Szczególnie istotny w kontekście celu badania, obejmującego ocenę odsetków transportu do szpitala, jest komponent obturacyjny. Ulepszona ocena kliniczna wsparta badaniem ultrasonograficznym może przyczyniać się do bardziej adekwatnych decyzji dotyczących transportu. Niektórzy autorzy sugerują, że lepsza ocena etiologii duszności może wspierać strategię „treat-and-release” lub „treat-and-refer” u wybranych pacjentów, potencjalnie ograniczając część krótkich hospitalizacji, o ile towarzyszy temu odpowiednia selekcja kliniczna i zabezpieczenia systemowe [17].

Analiza zgodności między kategoriami etiologicznymi wyprowadzonymi z kodowania ICD-10 a kategoriami wnioskowanymi na podstawie profili LUS wykazała umiarkowaną zgodność ($\kappa = 0,36$). Wynik ten sugeruje, że ultrasonografia płuc może stanowić ważne uzupełnienie procesu diagnostycznego, choć nie zastępuje całościowej oceny klinicznej. Warto zauważyć, że w istotnym odsetku przypadków zaklasyfikowanych na podstawie ICD-10 jako „inne”, wyniki LUS wskazywały na bardziej swoistą kategorię etiologiczną.

Może to oznaczać, że ultrasonografia płuc ma potencjał doprecyzowywania klasyfikacji diagnostycznej w warunkach przedszpitalnych.

Dodatkową mocną stroną niniejszego badania jest jego wymiar edukacyjny. Rozkład obserwowanych cech sonograficznych dostarcza wskazówek, które aspekty ultrasonografii płuc mogą być szczególnie istotne w szkoleniu ratowników medycznych i personelu medycyny ratunkowej. Dotychczasowe piśmiennictwo wskazuje, że profil A (dominujące linie A przy zachowanym ślizgu opłucnowym) wspiera rozpoznania obturacyjne i może pomagać różnicować je z obrzękiem płuc. Z kolei rozlane obustronne linie B przy zachowanym ślizgu opłucnowym stanowią typowy obraz ultrasonograficzny obrzęku płuc. Konsolidacje płucne i zmiany podopłucnowe są częściej związane z zapaleniem płuc. Metaanalizy prowadzone w warunkach szpitalnych wykazują wysoką czułość ultrasonografii płuc w rozpoznawaniu zapalenia płuc w porównaniu z radiografią klatki piersiowej, choć przenoszenie tych wyników na środowisko przedszpitalne wymaga ostrożności [18]. Wykrywanie płynu w jamie opłucnej stanowi kolejny przykład znaleziska sonograficznego o relatywnie prostszej interpretacji, co czyni je szczególnie wartościowym elementem programów szkoleniowych z zakresu ultrasonografii [19,20].

Z szerszej perspektywy systemowej wyniki tego badania sugerują, że wdrożenie ultrasonografii płuc w ratownictwie medycznym może przyczynić się do poprawy precyzji diagnostycznej oraz optymalizacji decyzji transportowych w wybranych grupach pacjentów zgłaszających duszność. Niemniej konieczne są dalsze badania — zwłaszcza prospektywne i wielośrodkowe — aby precyzyjniej określić kliniczny i systemowy wpływ ultrasonografii płuc w opiece przedszpitalnej.

4.1. Ograniczenia badania

Badanie ma kilka istotnych ograniczeń. Po pierwsze, analiza miała charakter retrospektywny i opierała się na dokumentacji zespołów ratownictwa medycznego (KMCR), która może zawierać dane niekompletne lub obciążone niedokładnościami w kodowaniu ICD-10. Po drugie, badanie przeprowadzono w jednym powiecie, w którym ultrasonografia była systemowo dostępna we wszystkich ZRM. Może to ograniczać możliwość uogólnienia wyników na inne systemy ratownictwa medycznego, gdzie dostępność ultrasonografii i poziom wyszkolenia mogą się znacząco różnić.

Kolejnym ograniczeniem jest to, że decyzję o wykonaniu ultrasonografii płuc podejmował zespół ZRM (kierownik ZRM), a nie losowanie, co stwarza możliwość błędu selekcji. Dodatkowe czynniki kliniczne wpływające na decyzję o transporcie — takie jak ogólny stan pacjenta, choroby współistniejące czy protokoły systemowe — nie mogły zostać w pełni kontrolowane w tej analizie.

Wyłączenie nierespiracyjnych kodów niewydolności serca, takich jak I50, miało na celu zachowanie oddechowego ukierunkowania kohorty, choć mogło ograniczyć wychwylenie części pacjentów z kardiogenną dusznością kodowaną głównie w rozdziale chorób układu krążenia.

W porównaniu z danymi regionalnymi wykorzystano zagregowane informacje z Krajowego Centrum Monitorowania Ratownictwa Medycznego. Dane te nie zawierały informacji o wykorzystaniu ultrasonografii ani szczegółowych zmiennych klinicznych, co ogranicza możliwość pełnej oceny związku przyczynowego między wdrożeniem ultrasonografii a decyzjami transportowymi na poziomie regionalnym.

Wreszcie analiza zgodności między wynikami LUS a kategoriami diagnostycznymi ICD-10 opierała się na kodowaniu diagnostycznym obecnym w dokumentacji, a nie na ostatecznych rozpoznaniach szpitalnych. W rezultacie kody ICD-10 nie zawsze muszą odzwierciedlać definitywne rozpoznanie ustalone po pełnej diagnostyce szpitalnej.

Ponadto dostępność aparatów ultrasonograficznych i poziom wykszolenia operatorów mogą znacząco różnić się między ZRM w systemie Państwowego Ratownictwa Medycznego (PRM), jak wykazano w wcześniejszych doniesieniach dotyczących wdrożenia ultrasonografii przedszpitalnej [16,17]. Może to wpływać na trafność zewnętrzną prezentowanych wyników. Obserwowanych zależności nie należy interpretować jako przyczynowych ze względu na retrospektywny projekt badania i możliwość błędu selekcji.

5. Wnioski

Ultrasonografia płuc wydaje się stanowić istotne wsparcie diagnostyczne w przedszpitalnej ocenie pacjentów z dusznością i niewydolnością oddechową. W niniejszym badaniu jej zastosowanie wiązało się z bardziej etiologicznie ukierunkowanym kodowaniem diagnostycznym oraz z charakterystycznymi wzorcami ultrasonograficznymi odpowiadającymi kategoriom zapalnym i kardiologicznym. Ponadto system ratownictwa medycznego, w którym ultrasonografia została wdrożona w sposób systemowy, wykazywał niższy odsetek transportów do szpitala w wybranych grupach rozpoznań oddechowych w porównaniu z danymi regionalnymi. Konieczne są dalsze prospektywne badania wielośrodkowe.

Wkład autorów:

Konceptualizacja, D.K. i M.T.; metodologia, D.K.; analiza formalna, M.T.; kuracja danych, D.K. i M.T.; zbieranie danych klinicznych, D.K.; interpretacja danych w kontekście klinicznym, D.K. i M.T.; przygotowanie pierwszej wersji manuskryptu, D.K.; przegląd i redakcja tekstu, D.K. i M.T.; nadzór, D.K.; administracja projektem, D.K.; pozyskanie finansowania, M.T. Wszyscy autorzy przeczytali i zaakceptowali opublikowaną wersję manuskryptu.

Finansowanie:

Badanie otrzymało finansowanie z „ZOZ Legionowo” ul. Generała Józefa Sowińskiego 4, 05-120 Legionowo, Polska. Opłatę APC sfinansowała ta sama instytucja. Badanie przeprowadzono w ramach działalności statutowej instytucji.

Oświadczenie komisji bioetycznej:

Zgodnie z obowiązującymi regulacjami instytucjonalnymi i krajowymi odstąpiono od wymogu uzyskania opinii i zgody komisji bioetycznej, ponieważ badanie opierało się na retrospektywnej analizie zanonimizowanej rutynowej dokumentacji ZRM (KMCR) oraz zagregowanych danych rejestrowych, bez jakiegokolwiek interwencji i kontaktu z pacjentami.

Materiały uzupełniające:

- Tabela suplementarna S1: zagregowane regionalne dane ZRM z województwa mazowieckiego (z wyłączeniem powiatu legionowskiego) między 1 stycznia a 30 czerwca 2025 r. (Krajowe Centrum Monitorowania Ratownictwa Medycznego).
- Tabela suplementarna S2: pełny zbiór danych pacjentów ZRM (KMCR) z powiatu legionowskiego, obejmujący przypisane kody ICD-10 oraz odpowiadające im wyniki ultrasonografii płuc.

Oświadczenie o świadomej zgodzie:

Z uwagi na retrospektywny charakter badania i wykorzystanie danych zanonimizowanych odstąpiono od wymogu uzyskania zgody pacjenta.

Dostępność danych:

Zbiory danych wygenerowane i/lub przeanalizowane w trakcie bieżącego badania są dostępne u autora korespondującego na uzasadniony wniosek.

Konflikt interesów:

Autorzy deklarują brak konkurencyjnych interesów. Podmiot finansujący badanie (ZOZ Legionowo" ul. Generała Józefa Sowińskiego 4, 05-120 Legionowo, Polska) nie brał udziału w projektowaniu badania, zbieraniu danych, analizie lub interpretacji wyników, przygotowaniu manuskryptu ani w decyzji o publikacji wyników.

Bibliografia:

1. Lindskou, T.A.; Pilgaard, L.; Søvsø, M.B.; Kløjgård, T.A.; Larsen, T.M.; Jensen, F.B.; Weinrich, U.M.; Christensen, E.F. Symptom, Diagnosis and Mortality among Respiratory Emergency Medical Service Patients. *PLoS ONE* **2019**, *14*, e0213145, doi:10.1371/journal.pone.0213145.
2. Prekker, M.E.; Feemster, L.C.; Hough, C.L.; Carlbom, D.; Crothers, K.; Au, D.H.; Rea, T.D.; Seymour, C.W. The Epidemiology and Outcome of Prehospital Respiratory Distress. *Acad. Emerg. Med. Off. J. Soc. Acad. Emerg. Med.* **2014**, *21*, 543–550, doi:10.1111/acem.12380.
3. Santus, P.; Radovanovic, D.; Saad, M.; Zilianti, C.; Coppola, S.; Chiumello, D.A.; Pecchiari, M. Acute Dyspnea in the Emergency Department: A Clinical Review. *Intern. Emerg. Med.* **2023**, *18*, 1491–1507, doi:10.1007/s11739-023-03322-8.
4. Volpicelli, G.; Elbarbary, M.; Blaivas, M.; Lichtenstein, D.A.; Mathis, G.; Kirkpatrick, A.W.; Melniker, L.; Gargani, L.; Noble, V.E.; Via, G.; et al. International Evidence-Based Recommendations for Point-of-Care Lung Ultrasound. *Intensive Care Med.* **2012**, *38*, 577–591, doi:10.1007/s00134-012-2513-4.
5. Amaral, C.B.; Ralston, D.C.; Becker, T.K. Prehospital Point-of-Care Ultrasound: A Transformative Technology. *SAGE Open Med.* **2020**, *8*, 2050312120932706, doi:10.1177/2050312120932706.
6. Dahmarde, H.; Paroie, F.; Salarzai, M. Accuracy of Ultrasound in Diagnosis of Pneumothorax: A Comparison between Neonates and Adults—A Systematic Review and Meta-Analysis. *Can. Respir. J.* **2019**, *2019*, 5271982, doi:10.1155/2019/5271982.
7. Grimberg, A.; Shigueoka, D.C.; Atallah, A.N.; Ajzen, S.; Iared, W. Diagnostic Accuracy of Sonography for Pleural Effusion: Systematic Review. *Sao Paulo Med. J. Rev. Paul. Med.* **2010**, *128*, 90–95, doi:10.1590/s1516-31802010000200009.
8. Maw, A.M.; Hassanin, A.; Ho, P.M.; McInnes, M.D.F.; Moss, A.; Juarez-Colunga, E.; Soni, N.J.; Miglioranza, M.H.; Platz, E.; DeSanto, K.; et al. Diagnostic Accuracy of Point-of-Care Lung Ultrasonography and Chest Radiography in Adults With Symptoms Suggestive of Acute Decompensated Heart Failure: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JAMA Netw. Open* **2019**, *2*, e190703, doi:10.1001/jamanetworkopen.2019.0703.
9. Kowalczyk, D.; Turkowiak, M.; Piotrowski, W.J.; Rosiak, O.; Białas, A.J. Ultrasound on the Frontlines: Empowering Paramedics with Lung Ultrasound for Dyspnea Diagnosis in Adults—A Pilot Study. *Diagnostics* **2023**, *13*, 3412, doi:10.3390/diagnostics13223412.
10. Russell, F.M.; Supples, M.; Tamhankar, O.; Liao, M.; Finnegan, P. Prehospital Lung Ultrasound in Acute Heart Failure: Impact on Diagnosis and Treatment. *Acad. Emerg. Med. Off. J. Soc. Acad. Emerg. Med.* **2024**, *31*, 42–48, doi:10.1111/acem.14811.
11. Szumilas, M. Explaining Odds Ratios. *J. Can. Acad. Child Adolesc. Psychiatry* **2010**, *19*, 227–229.
12. McHugh, M.L. Interrater Reliability: The Kappa Statistic. *Biochem. Medica* **2012**, *22*, 276–282.
13. von Elm, E.; Altman, D.G.; Egger, M.; Pocock, S.J.; Gøtzsche, P.C.; Vandenbroucke, J.P. Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) Statement: Guidelines for Reporting Observational Studies. *BMJ* **2007**, *335*, 806–808, doi:10.1136/bmj.39335.541782.AD.
14. Lichtenstein, D.A.; Mezière, G.A. Relevance of Lung Ultrasound in the Diagnosis of Acute Respiratory Failure: The BLUE Protocol. *Chest* **2008**, *134*, 117–125, doi:10.1378/chest.07-2800.
15. Pivetta, E.; Goffi, A.; Lupia, E.; Tizzani, M.; Porrino, G.; Ferreri, E.; Volpicelli, G.; Balzaretto, P.; Banderali, A.; Iacobucci, A.; et al. Lung Ultrasound-Implemented Diagnosis of Acute Decompensated Heart Failure in the ED: A SIMEU Multicenter Study. *Chest* **2015**, *148*, 202–210, doi:10.1378/chest.14-2608.
16. Donovan, J.K.; Burton, S.O.; Jones, S.L.; Meadley, B.N. Use of Point-of-Care Ultrasound by Non-Physicians to Assess Respiratory Distress in the Out-of-Hospital Environment: A Scoping Review. *Prehospital Disaster Med.* **2022**, *37*, 520–528, doi:10.1017/S1049023X22000711.
17. Nadim, G.; Laursen, C.B.; Pietersen, P.I.; Wittrock, D.; Sørensen, M.K.; Nielsen, L.B.; Rasmussen, C.-H.; Christensen, H.M.; Helmerik, S.; Jørgensen, G.; et al. Prehospital Emergency Medical Technicians Can Perform Ultrasonography and Blood Analysis in Prehospital Evaluation of Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Feasibility Study. *BMC Health Serv. Res.* **2021**, *21*, 290, doi:10.1186/s12913-021-06305-7.

18. Long, L.; Zhao, H.-T.; Zhang, Z.-Y.; Wang, G.-Y.; Zhao, H.-L. Lung Ultrasound for the Diagnosis of Pneumonia in Adults. *Medicine (Baltimore)* **2017**, *96*, e5713, doi:10.1097/MD.0000000000005713.
19. Kowalczyk, D.; Turkowiak, M.; Piotrowski, W.J.; Rosiak, O.; Białas, A.J. Unlocking Diagnostic Precision: FATE Protocol Integration with BLUE and eFAST Protocols for Enhanced Pre-Hospital Differential Diagnosis of Pleural Effusion Manifested as Dyspnea in Adults-A Pilot Study. *J. Clin. Med.* **2024**, *13*, 1573, doi:10.3390/jcm13061573.
20. Bhoil, R.; Ahluwalia, A.; Chopra, R.; Surya, M.; Bhoil, S. Signs and Lines in Lung Ultrasound. *J. Ultrason.* **2021**, *21*, e225–e233, doi:10.15557/JoU.2021.0036.