

## PLAUČIŲ ULTRAGARSINĖS DIAGNOSTIKOS GALIMYBĖS IR SUNKUMAI COVID-19 PANDEMIJOS METU

Ainius Žarskus<sup>1</sup>, Rūta Pačinskaitė<sup>2</sup>, Benas Kakta<sup>2</sup>,  
Marius Rinkevičius<sup>2</sup>, Andrius Macas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Lietuvos sveikatos mokslų universiteto Kauno klinikų Anesteziologijos klinika,

<sup>2</sup>Lietuvos sveikatos mokslų universiteto Medicinos akademijos Medicinos fakultetas

**Raktažodžiai:** COVID-19, plaučių ultragarsinis tyrimas.

### Santrauka

Pandemijos sąlygomis teikiant medicininę pagalbą izoliuotiems pacientams, būtina metodika, įgalinanti greitai ir netransportuojant paciento nustatyti vyraujančią patologiją bei parinkti būklę atitinkantį gydymą. Tyrimo tikslas – apžvelgti pacientų, sergančių COVID-19 infekcija, plaučių ultragarsinės diagnostikos galimybes ir sunkumus. Išvada. Trumpieji plaučių ultragarso protokolai, manoma, yra vienas iš būdų, ženkliai supaprastinantis pacientų diagnostinę logistiką.

### Įvadas

COVID-19 tai SARS-CoV-2 viruso sukeliama liga, kurios supratimui 2020-aisiais ženkliai pasistūmėjus į priekį, iki šiol vis dar susiduriame su COVID-19 pacientų srautų valdymo iššūkiais gydymo įstaigose. Šios virusinės infekcijos klinikinė eiga gali būti labai įvairi - nuo besimptomų atvejų, nespecifinių sisteminių požymių iki pažengusios virusinės pneumonijos, plaučių audinio destrukcijos, lydimos ūminio respiracinio distreso sindromo (ŪRDS) ir didelio mirštamumo [1].

Izoliuotų pacientų gydymas ir slauga kelia papildomus iššūkius. Aukšiniu standartu laikoma krūtinės ląstos kompiuterinė tomografija (KT) reikalauja neproporcingai didelių žmoniškųjų išteklių pacientų transportavimui ir rutiniškai pandemijos sąlygomis yra sunkiai įgyvendinama. Krūtinės ląstos rentgenografija, kuri įprastai yra lengvai prieinama, infekuotoje zonoje esant ribotiems žmogiškiesiems ištekliams, prieinamumu nusileidžia vieno specialisto realiu laiku atliekamam plaučių ultragarsiniam tyrimui.

**Tyrimo tikslas** – apžvelgti pacientų, sergančių COVID-19 infekcija, plaučių ultragarsinės diagnostikos galimybes ir sunkumus.

### Tyrimo rezultatai ir diskusija

**Galimybės: COVID-19 diagnostika.** Studijų duomenimis, plaučių B linijos yra dažniausias ultragarsinis (UG) radinys COVID-19 sergantiems pacientams. Nors šis radiologinis artefaktas nėra specifinis, tačiau pandemijos fone ir esant būdingiems klinikiniais simptomams, B linijų radimas didina COVID-19 ligos tikimybę. Nustatyta, kad pleuros linijos pakitimai ir konsolidacija pasitaiko rečiau, o skystis pleuros ertmėje yra mažiausiai būdingas [2, 3].

Viena iš pakitimų plaučiuose diagnostikos galimybių, sergantiems COVID-19 liga, yra plaučių ultragarsinio tyrimo prie ligonio lovos protokolas POCUS (angl. Point of care lung ultrasound, sutr. POCUS). 2 ir daugiau balų pagal POCUS protokolą suma (1 lentelė) nurodo COVID-19 plautinių pakitimų kilmę. Įrodyta, jog POCUS jautrumas COVID-19 sukeltiems plautiniams pokyčiams nustatyti siekia 89 proc., o specifiškumas yra 59 procentai. Pacientams, kurie anksčiau nesirgo jokia širdies ar plaučių liga, POCUS jautrumas išauga iki 100 proc., o specifiškumas iki 76 procentų [4].

Kita diagnostinė galimybė – plačiai gydytojų praktikoje naudojamas skubaus plaučių ultragarsinio tyrimo prie ligonio lovos protokolas BLUE (angl. Bedside lung ultrasound in emergency, sutr. BLUE). Šio protokolo tikslumas nustatant ūminio kvėpavimo funkcijos nepakankamumo priežastį kritinės būklės pacientams siekia 90,5 procento [5]. Literatūros duomenimis, BLUE protokolas yra didesnio jautrumo, specifiškumo ir diagnostinio tikslumo, lyginant su POCUS, nustatant skystį pleuroje, alveolines konsolidacijas ir intersticinius sindromus, o visos BLUE protokolo vertės svyruoja nuo 92 iki 100 procentų [6]. Tuo tarpu plaučių UG jautrumas nustatant COVID-19 pneumoniją ligos ankstyvuojimo periodu, yra 90 procentų [7].

**Būklės įvertinimas ir eigos prognozavimas.** Plačiai žinoma, jog UG galimybės yra ribotos vertinant struktūras

giliose plaučių dalyse, tačiau, studijų duomenimis, pažeidimai COVID-19 atveju dažniau apima periferines plaučių dalis [8, 9]. Plaučių UG naudą pabrėžia ir tai, kad visiems simptominiams pacientams, kurie guldomi į ligoninę, randama pakitimų echoskopiniuose vaizduose. Pakitimų intensyvumas priklauso ir nuo paciento būklės sunkumo tyrimo metu. Aukso standartu COVID-19 diagnostikoje laikomi krūtinės ląstos KT tyrimo radiniai, tokie kaip matinio stiklo vaizdas ir plaučių audinio sutankėjimas, ryškiai koreliuoja su UG radiniais [10, 11].

Vertinga priemonė objektyvizuoti radinius gali būti plaučių UG skalė (angl. LUS score), naudojama skubiojoje medicinoje. Pasirinktinai, krūtinės ląsta suskirstoma į 12 arba 14 zonų. Yra duomenų, kad 14 zonų skirstymas gali būti pranašesnis dėl būdingo užpakalinių skilčių pažeidimo COVID-19 ligos atveju [10,12]. Pokyčiai kiekvienoje zonoje vertinami taškų sistema:

0 taškų – matomos A linijos ir normalus pleuros lapelių slinkimas,

1 taškas – pavienės B linijos,

2 taškai – susiliejančios B linijos,

3 – stebimas plaučių audinio oringumo praradimas ar konsolidacija.

Tokiu būdu kiekvieną zoną įvertinus nuo 0 iki 3 taškų, galima maksimali suma yra 36 arba 42 taškai, priklausomai nuo pasirinkto suskirstymo. Abiem atvejais didesnė bendra taškų suma prognozuoja sunkesnę ligos eigą, dirbtinės plaučių ventilacijos ir gydymo intensyviosios terapijos skyriuje poreikį, didesnę mirties riziką. Didesnė taškų suma koreliuoja mažesniu  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  santykiu ir didesne LDH

**1 lentelė.** POCUS skaičiavimo sistema, skirta COVID-19 plaučių pakitimams nustatyti [4].

	Pakitimai	Rezultatas
Pleuros linija	Normalu	0
	Netaisyklinga	2
B linijos	<3 kiekvienoje tarpšonkaulinėje erdvėje	0
	≥3 kiekvienoje tarpšonkaulinėje erdvėje	1
	Sutekėjimo ar krioklio aspektas	1
Konsolidacija	Nėra	0
	Subpluralinė ir maža konsolidacija	1
	Plaučių hepatizacija	0
Skystis pleuroje	Nėra	0
	Mažas skysčio kiekis	1
	Didelis skysčio kiekis	0

koncentracija [10, 12]. Naudojantis objektyvizuota plaučių UG skale, galima greitai ir pakankamai tiksliai nustatyti ligos vystymosi prognozę ir atitinkamai parinkti medicininės pagalbos lygį.

**Gydymo taktikos parinkimas.** Plaučių UG gali būti naudinga priemone parinkti COVID-19 gydymo taktiką intensyviosios terapijos skyriuje. Echoskopinius radinius galima išskirti į dvi grupes, kurios atitinka L ir H fenotipus, įprastai nustatomus krūtinės ląstos KT [13]. Pirmajai grupei būdingos difuzinės ar susiliejančios B linijos, kurių dinamikoje gausėja. KT tai matoma kaip matinio stiklo zonos ir atitinka L fenotipą. Šiems pacientams tinkamiausia ventilacijos taktika yra žemo-vidutinio teigiamo slėgio iškvėpimo pabaigoje (PEEP) lygiai (8-10  $\text{cmH}_2\text{O}$ ). Antrajai grupei būdinga plaučių audinio konsolidacija, labiausiai ryški užpakalinėse-šoninėse dalyse, kuomet plaučių audinys tampa panašus į kepenų struktūrą - tai atitinka H fenotipą KT arba tikrąjį ŪRDS. Šiems pacientams turėtų būti taikomi aukšti PEEP lygiai (10-15  $\text{cmH}_2\text{O}$ ) ir ventilacija kniūbsčioje pozicijoje. Echoskopiskai stebint B linijų skaičiaus mažėjimą, esant A linijoms ir normaliam pleuros lapelių judėjimui, galima svarstyti apie dirbtinės plaučių ventilacijos nutraukimą [13-15]. Ši metodika nesunkiai panaudojama paciento būklės ir jos dinamikos vertinimui – kaskart diferencijuojamas fenotipas ir, jei reikia, koreguojama gydymo taktika.

**Nėščiųjų ekspozicijos rentgeno spinduliuote sumažinimas.** Dar viena svarbi plaučių UG panaudojimo galimybė – nėščiųjų Covid-19 pneumonijos diagnostika ir stebėjimas. Nėščiųjų ir bendrosios populiacijos plaučių pažeidimo UG požymiai nesiskiria. Dėl jauno amžiaus nėščiosioms nebūdingos gretutinės patologijos, tokios kaip lėtinė obstrukcinė plaučių liga, plaučių fibrozė ar širdies nepakankamumas, kurios gali imituoti pakitimus, būdingus COVID-19 ligai. Šios aplinkybės ženkliai palengvina UG radinių diferencinę diagnostiką [11, 16]. Nors krūtinės ląstos KT išlieka aukso standartu, teikiant pirmenybę UG tyrimui, sumažinamas KT poreikis [17]. Taip sutrumpinamas ištyrimo laikas, sumažinama radiologijos skyriaus apkrova bei vaisiui ir motinai tenkanti apšvita.

**Pacientų pervežimo poreikio ir radiologijos skyriaus ekspozicijos sumažinimas.** Plaučių UG gali padėti sumažinti COVID-19 ligos plitimą ligoninės viduje. Gydančiam gydytojui atliekant plaučių ultragarsinį tyrimą, sumažinamas papildomo personalo, aptarnaujančio portatyvinį rentgeno aparatą, poreikis [13, 17]. Pandemijos sąlygomis, esant ribotiems žmogiškiesiems ištekliams, tai yra neabejotinas privalumas. Teikiant pirmenybę plaučių echoskopijai arba naudojant UG kaip savotišką atrankinį KT tyrimą, galima sumažinti KT poreikį [18]. Tokiu būdu sumažinamas daug išteklių reikalaujantis pacientų transportavimas bei papil-

domas radiologijos skyriaus darbuotojų kontaktas su COVID-19 virusu.

Plaučių UG gali būti naudojamas intubacinio vamzdelio padėties tinkamumo vertinimui COVID-19 liga sergantiems pacientams. Išskvepiamo oro kapnografija išlieka aukso standartu patvirtinant sėkmingą intubaciją, tačiau ji gali būti neprieinama ir neleidžia tiksliai įvertinti, ar ventiliuojami abu plaučiai. Daugėja duomenų, jog teisingą intubacinio vamzdelio padėtį dideliu tikslumu galima įvertinti atliekant transtorakalinį UG ir stebint pleuros lapelių slinkimą abipus tyrimo metu [19, 20]. Nors praktinė UG nauda šiuo aspektu yra diskutuotina, nes esant ribotiems ištekliams UG aparatas gali tapti pernašos šaltiniu, tačiau verta žinoti, kad yra tokia tyrimo galimybė.

**Sunkumai.** COVID-19 pandemijos kontekste gydymo įstaigos susiduria su daugybe iššūkių, vienas iš jų yra infekcijos plitimas įstaigų viduje. Sveikatos priežiūros įstaigoje infekcijos šaltiniai gali būti personalas, pacientai ir įstaigos aplinka, kuriai priklauso diagnostinė medicininė įranga. Svarbu užtikrinti, kad atliekant paciento ištyrimą UG būtų laikomasi pagrindinių higienos principų: organinė medžiaga pašalinama nuo įrangos, daiktai dezinfekuojami, valymo procesas dokumentuojamas. Rekomenduojama naudoti mažo tūrio, vienam ultragarsiniam tyrimui skirtas ultragarsinio gelio pakuotes, pirmenybę teikti nešiojamai rankinei UG įrangai, kurią lengva padengti skaidria apsaugine medžiaga prieš tyrimą ir nuvalyti po tyrimo [21], tačiau papildoma dezinfekcija ir dokumentacija reikalauja didesnių žmogiškųjų išteklių, o rankinė UG įranga yra brangi.

Pandemijos metu išaugus kritiškai sunkių pacientų srautui, ribojančiu veiksniu tampa ne materialieji, o žmogiškieji ištekliai. Susiduriama su gydytojų, kurie turi kvalifikaciją atlikti ir įvertinti plaučių UG, stoka, o apmokymas reikalauja papildomų laiko ir finansinių sąnaudų, kurie pandemijos kontekste yra riboti [2]. Kad echoskopuotojų praktinis apmokymas yra kritiškai svarbus, įrodo ir UG radinių sutapimo tarp echoskopuotojų tyrimai. Nustatyta, jog nesant praktinio jaunų tyrėjų apmokymo, sutapimas su eksperto nuomone nustatant COVID-19 pakitimus plaučiuose, reikšmingai sumažėja [22].

Bene reikšmingiausia COVID-19 pacientų UG diagnostikos problema yra plaučių UG specifiškumo stoka. Nė vienas iš būdingų plaučių radinių nėra patognominis COVID-19 infekcijai [23]. Gylis, kurį gali pasiekti ultragarso bangos, yra ribotas, tad echoskopuojant oringą plautį negalima įvertinti pakitimų aplink plaučių šaknis bei plaučių centrinių dalių struktūros [21, 24].

Norint gautus duomenis objektyvizuoti, palyginti su kitų gydymo įstaigų ar valstybių duomenimis, būtinas plaučių UG tyrimų standartizavimas ir visuotinai priimtinių gairių

diegimas [25]. UG tyrimų vaizdai ne visada yra saugomi centralizuotose duomenų bazėse, gydytojui ne visada pavyksta užfiksuoti norimą kadra, tad kyla sunkumų norint pakartotinai įvertinti nustatytus pakitimus ar stebėti jų dinamiką [2].

Aptarti sunkumai skirti atkreipti dėmesį į problemas, galinčias kilti naudojant plaučių UG ištyrimą Covid-19 pandemijos sąlygomis. Norime paskatinti šias problemas spręsti iš anksto ir echoskopiją plačiai taikyti kasdienėje klinikinėje praktikoje.

### Išvada

Plaučių ultragarsiniai tyrimai pandemijos metu įgalina racionalų turimų materialiuųjų bei žmogiškųjų išteklių panaudojimą ir sudaro sąlygas padidinti medicinos paslaugų prieinamumą.

### Literatūra

- Burkert J, Dunlop H, Stewart R, Treacy A, Jarman R, Deol P. Lung ultrasound findings in covid-19 respiratory disease and correlation to disease severity. Medrxiv 2020.
- Jackson K, Butler R, Aujayeb A. Lung ultrasound in the COVID-19 pandemic. Postgrad Med J 2021;97:34-39. <https://doi.org/10.1136/postgradmedj-2020-138137>
- Mohamed MFH, Al-Shokri S, Yousaf Z, Danjuma M, Parambil J, Mohamed S, Mubasher M, Dauleh MM, Hasanain B, Al-Kahlout A, Abubeker IY. Frequency of abnormalities detected by point-of-care lung ultrasound in symptomatic COVID-19 patients: systematic review and meta-analysis. Am J Trop Med Hyg 2020;103(2):815-821. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.20-0371>
- Haak SL, Renken IJE, Jager LC, Lameijer H, van der Kolk BYM. Diagnostic accuracy of point-of-care lung ultrasound in COVID-19. EmergMed J2021;38(2):94-99. <https://doi.org/10.1136/emmermed-2020-210125>
- Lichtenstein D, Meziere G. Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acuterespiratory failure\*: the BLUE protocol. CHEST 2008;134:117-25. <https://doi.org/10.1378/chest.07-2800>
- Lichtenstein D, Goldstein I, Mourgeon E, et al. Comparative diagnostic performances of auscultation, chest radiography, and lung ultrasonography in acute respiratory distress syndrome. Anesthesiology 2004;100(1):9-15 <https://doi.org/10.1097/0000542-200401000-00006>
- Zanforlin A, Strapazzon G, Falk M, Gallina V, Viteritti A, Valzolgher L, La Guardia M, Ferro F, Pagani L, Vezzali N. Lung ultrasound in the emergency department for early identification of COVID-19 pneumonia. Interventional Pulmonology. Respiration 2021;100:145-153. <https://doi.org/10.1159/000512782>
- Aljondi R, Alghamdi S. Diagnostic value of imaging modalities for COVID-19: scoping review. J Med Internet Res 2020;22(8).

- <https://doi.org/10.2196/19673>
9. Yang W, Cao Q, Qin L, Wang X, Cheng Z, Pan A, et al. Clinical characteristics and imaging manifestations of the 2019 novel coronavirus disease (COVID-19): a multi-center study in Wenzhou city, Zhejiang, China. *J Infect* 2020;80(4):388-93. <https://doi.org/10.1016/j.jinf.2020.02.016>
  10. Lichter Y, Topilsky Y, Taieb P, Banai A, Hochstadt A, Merdler I, et al. Lung ultrasound predicts clinical course and outcomes in COVID-19 patients. *Intensive Care Med* 2020;46(10):1873-83. <https://doi.org/10.1007/s00134-020-06212-1>
  11. Lomoro P, Verde F, Zerboni F, Simonetti I, Borghi C, Fachinetti C, et al. COVID-19 pneumonia manifestations at the admission on chest ultrasound, radiographs, and CT: single-center study and comprehensive radiologic literature review. *Eur J Radiol Open* 2020;7:100231. <https://doi.org/10.1016/j.ejro.2020.100231>
  12. Perrone T, Soldati G, Padovini L, Fiengo A, Lettieri G, Sabatini U, et al. A new lung ultrasound protocol able to predict worsening in patients affected by severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 pneumonia. *J Ultrasound Med* 2020;2:1-9. <https://doi.org/10.1002/jum.15548>
  13. Conway H, Lau G, Zochios V. Personalizing invasive mechanical ventilation strategies in coronavirus disease 2019 (COVID-19)-associated lung injury: the utility of lung ultrasound. *J of Cardiothoracic Vasc Anesth* 2020;34:2571-4. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2020.04.062>
  14. Convissar DL, Gibson LE, Berra L, Bittner EA, Chang MG. Application of lung ultrasound during the COVID-19 pandemic: a narrative review. *Anesth Analg* 2020;131(2):345-50. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000004929>
  15. Speidel V, Conen A, Gisler V, Fux CA, Haubitz S. Lung assessment with point-of-care ultrasound in respiratory coronavirus disease (COVID-19): a prospective cohort study. *Ultrasound Med Biol* 2021;00(00):1-6. <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2020.12.021>
  16. Moro F, Buonsenso D, Moruzzi MC, Inchingolo R, Smargiassi A, Demi L, et al. How to perform lung ultrasound in pregnant women with suspected COVID-19. *Ultrasound Obstet Gynecol* 2020;55(5):593-8. <https://doi.org/10.1002/uog.22028>
  17. Buonsenso D, Piano A, Raffaelli F, Bonadia N, de Gaetano Donati K, Franceschi F. Point-of-care lung ultrasound findings in novel coronavirus disease-19 pneumoniae: a case report and potential applications during COVID-19 outbreak. *Eur Rev Med Pharmacol Sci* 2020;24(5):2776-80.
  18. Mongodi S, Orlando A, Arisi E, Tavazzi G, Santangelo E, Caneva L, Pozzi M, Pariani E, Bettini G, Maggio G, Perlini S, Preda L, Iotti GA, Mojoli F. Lung ultrasound in patients with acute respiratory failure reduces conventional imaging and health care provider exposure to COVID-19. *Ultrasound in Medicine & Biology* 2020;46(8):2090-2093. <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2020.04.033>
  19. Gottlieb M, Holladay D, Peksa GD. Ultrasonography for the confirmation of endotracheal tube intubation: a systematic review and meta-analysis. *Ann Emerg Med* 2018;72(6):627-36. <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2018.06.024>
  20. Gottlieb M, Alerhand S, Long B. Point-of-care ultrasound for intubation confirmation of COVID-19 patients. *West J Emerg Med* 2020;21(5):1042-5. <https://doi.org/10.5811/westjem.2020.7.48657>
  21. Aziz R, Kaminstein D. Use of lung ultrasound for COVID-19 in the intensive care unit. *BJA education* 2020;20(12):400-403. <https://doi.org/10.1016/j.bjae.2020.09.001>
  22. Trauer MM, Matthies A, Mani N, McDermott C, Jarman R. The utility of lung ultrasound in COVID-19: a systematic scoping review. *Ultrasound* 2020;28(4):208-222. <https://doi.org/10.1177/1742271X20950779>
  23. Alfuraih AM. Point of care lung ultrasound in COVID-19: hype or hope? *BJR Open* 2020;2. <https://doi.org/10.1259/bjro.20200027>
  24. Marggrandter DT, Borgans F, Jacobi V, Neb H, Wolf T. Lung ultrasound findings in patients with COVID-19. *SN Compr Clin Med* 2020;2:2151-2157. <https://doi.org/10.1007/s42399-020-00553-0>
  25. Schultz MJ, Sivakorn C, Dondorp AM. Challenges and opportunities for lung ultrasound in novel coronavirus disease (COVID-19). *The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene* 2020;102(6):1162-1163. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.20-0323>

#### APPLICATIONS AND CHALLENGES OF LUNG ULTRASOUND IN COVID-19 PANDEMIC

A. Žarskus, R. Pačinskaitė, B. Kakta,  
M. Rinkevičius, A. Macas

Key words: COVID-19, pulmonary ultrasound  
Summary

In the context of a pandemic, medical care of isolated patients requires a methodology that enables rapid diagnosis of the predominant pathology and selection of appropriate treatment without the patient being transported. Fast pulmonary ultrasound protocols may significantly simplify patient diagnostic process.

Correspondence to: andrius.macas@kaunoklinikos.lt

Gauta 2021-03-12