

## PLAUČIŲ ULTRAGARSINIO TYRIMO PANAUDOJIMAS COVID-19 SUKELTOS PNEUMONIJOS DIAGNOSTIKAI

Domantas Vingrys<sup>1</sup>, Ugnė Kulnickaitė<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Biržų ligoninė, <sup>2</sup>Lietuvos sveikatos mokslų universitetas

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

### Santrauka

SARS-CoV-2 viruso sukeliama COVID-19 infekcija dažniausiai pažeidžia kvėpavimo takų sistemą ir pasižymi dideliu užkrečiamumu. Šios priežastys sunkina ligonių diagnostikos ir transportavimo galimybes, todėl tenka ieškoti alternatyvių diagnostikos būdų, keliančių mažesnę infekcijos sklidimo ligoninėse pavojų.

Tikslas - išsiaiškinti ultragarso panaudojimo COVID-19 pneumonijos diagnostikai naujoves.

Tyrimo medžiaga ir metodai. Naudojantis Science Direct, PubMed duomenų bazėmis, atlikta literatūros apžvalga. Atrinktos publikacijos, kuriose analizuojamas plaučių ultragarsinio tyrimo panaudojimas COVID-19 sukeltos pneumonijos diagnostikai, radiniai, kitos virusų sukeltos pneumonijos bei palyginimas su kompiuterine tomografija.

Ultragarsinis tyrimas greitai atliekamas, portabilus, turi tyrimo kartojimo galimybę bei pasižymi dideliu jautrumu plaučių ligų pakitimams. Dėl šių privalumų ultragarso tyrimas neišvengiamai pradėtas naudoti COVID-19 pneumonijos diagnostikai.

### Įvadas

SARS-CoV-2 viruso sukeliama COVID-19 infekcija dažniausiai pasireiškia plaučių pažeidimu ir sukelia ūmų respiracinio distreso sindromą, virusinę pneumoniją ir tromboembolines komplikacijas [1]. Nors dažniausiai naudojama pneumonijos vaizdo diagnostikos priemonė yra krūtinės ląstos rengenografija, jos diagnostinė vertė labai ribota ir nėra tinkama ligos stebėsenai [2]. Krūtinės kompiuterinė tomografija (KT) yra auksinis standartas COVID-19 sukeltos pneumonijos sunkumui vertinti [3]. Kompiuterinės tomografijos tyrimą sunkina infekcijos plitimo rizika ir logistiniai trukdžiai. Sergančiųjų COVID-19 pacientų transportavimo KT tyrimui metu, kyta grėsmė užsikrėsti ligonį transportuo-

jančiam personalui ir COVID-19 nesergantiems pacientams. Dėl minėtų priežasčių, krūtinės KT tyrimas atliekamas ne visiems ligoniams [4]. Ši aplinkybė priverė svarstyti plaučių ultragarso (PUG) tyrimo integravimą COVID-19 sukelta pneumonija sergantiems pacientams. Vienas didžiausių šio tyrimo privalumų – galimybė greitai atlikti tyrimą prie paciento lovos, jo netransportuojant. Šio tyrimo metu neskleidžiama jonizuojančioji spinduliuotė. Panašios tendencijos buvo stebimos ir H1N1 viruso epidemijos metu [5].

**Tyrimo tikslas** - išsiaiškinti ultragarso panaudojimo COVID-19 pneumonijos diagnostikos naujoves.

### Tyrimo medžiaga ir metodai

Naudojantis Science Direct, PubMed duomenų bazėmis, atlikta literatūros apžvalga. Atrinktos publikacijos, kuriose analizuojamas plaučių ultragarsinio tyrimo panaudojimas COVID-19 sukeltos pneumonijos diagnostikai, radiniai, kitos virusų sukeltos pneumonijos bei palyginimas su kompiuterine tomografija.

### Tyrimo rezultatai ir jų aptarimas

**Plaučių ultragarso ir krūtinės kompiuterinės tomografijos palyginimas.** Viename retrospektyviame tyrime Kinijoje išanalizuota COVID-19 sukelta pneumonija 29 pacientams. Pacientams atlikta po keletą PUG ir krūtinės KT tyrimų 12 valandų intervalais. Pastebėtas didelis plaučių ultragarso jautrumas oro (plaučių) skysčio sąsajos pokyčiams, aiškiai parodydamas intersticinę alveolinę pažaidą su intersticiniais eksudatais ir edema, sukelta COVID-19. PUG parodė didesnę jautrumą, nei krūtinės KT, atpažįstant alveolines ir intersticines patologijas, konsolidacijas ir pleuros efuziją [6]. Kitame tyrime, atliktame A. Nouvenne ir kt., buvo vertinama koreliacija tarp ultragarso ir krūtinės KT tyrimo. Autoriai retrospektyviai apžvelgė nedidelį kiekį pacientų, kuriems buvo patvirtinta COVID-19 pneumonija ir tą pačią dieną atlikti UG ir krūtinės KT tyrimai. Analizėje matoma abiejų tyrimų vidutinio-didelio pozityvumo koreliacija, kuri buvo didelio reikšmingumo ( $p < 0,001$ ), rodančio,

jog ultragarso tyrimas yra ganėtinai informatyvus plaučių pažeidimo sunkumo vertinimui [7].

**Plaučių ultragarso kitų virusinių pandemijų metu.**

PUG tyrimo nauda pandemijos metu stebima jau ne pirmą kartą. Siaučiant 2009 metų influenza A (H1N1) pandemijai, atlikus krūtinės ląstos rentgenografijas dažnai nepavykdavo identifikuoti ankstyvos plaučių ligos [8]. Skerspjuvio tyrimo analizė atskleidė nenormalias ultragarso matomas struktūras, rodančias intersticinį sindromą 15 iš 16 pacientų, kuriems krūtinės rentgenograma pakitimų neparodė. Vėliau jiems buvo diagnozuota virusinė H1N1 (63%) arba bakterinė (38%) pneumonija [9]. Nustatyta, jog plaučių ultragarso tyrimo jautrumas yra 94 proc., specifiskumas - 89 proc., teigiama nuspėjamoji vertė 86 proc., neigiama nuspėjamoji vertė 96 procentai. Šis tyrimas pralenkė krūtinės ląstos rentgenografiją, aptinkant virusinę pneumoniją simptomus jaučiantiems pacientams [10].

Paukščių gripo influenza A (H7N9) viruso plitimas 2013-2016 metais sukėlė didelę regioninę epidemiją Kinijoje. Jos metu dokumentuoti 1222 atvejai, kai mirštamumas siekė 40 procentų [11]. Plaučių ultragarso tyrimas, atliktas šiems pacientams, parodė pneumonijos ankstyvosios diagnostikos efektyvumą. Pacientams, kuriems galiausiai išsivystė ūminis kvėpavimo distreso sindromas (kaip infekcijos pasekmė), serijiniai plaučių UG tyrimai parodė B linijas, pleuros efuziją ir subpleurines konsolidacijas. Šie radiniai atitinka virusinių plaučių infekcijų, sukeltų H1N1 ar rauų viruso, radinius [12].

**Standartizacija.** Plaučių ultragarso (PUG) ūminiam kvėpavimo nepakankamumui diagnozuoti naudojamas jau dešimtmečius. 2008 metais atliktame PUG tyrime prie paciento lovos (Bedside Lung Ultrasound in Emergency, sutr. BLUE) parodė 90,5 proc. tikslumą, diagnozuojant ūmaus kvėpavimo nepakankamumo priežastį kritiškai sunkios būklės ligoniams [13]. BLUE protokolo turi didesnis jautrumas, specifiskumas ir diagnostinis tikslumas pleuros efuzijoms, alveolinei konsolidacijai ir intersticiniam sindromui [14].

Naujoji COVID-19 infekcija parodė charakteringus pataloginius pokyčius plaučiuose, todėl atsirado tyrimo standartizacijos poreikis, ypač kai reikia atsižvelgti į esminius aspektus, tokius kaip daviklio parinkimas ir vaizdo nustatymų optimizavimas. Standartizavimo trūkumas išlieka viena didžiausių PUG efektyvumo kliūčių. COVID-19 pandemijos kontekste pasiekta pažangos ir buvo pristatytas pasiūlymas standartizacijai [15]. Pasiūlyta 4 lygių balų sistema su išsamiu vaizdo protokolu, kuris nusako vaizdo orientyrus, daviklius ir nustatymus, tokius kaip centrinio taško vieta ar mechaninis indeksas. 0 balas skiriamas esant pleuros linijai ir susijusiems horizontaliems artefaktams, įprastai vadinamiems A-linijomis. 1 balas asocijuojamas su

pirmųjų anomalijų atsiradimu. 2 balai siejami su nuo mažų iki didelių konsolidacijų atsiradimu. 3 balai skiriami atsiradus didelių, pailgėjusių vertikalių artefaktų, esant ar nesant stambių konsolidacijų [16].

**PUG tyrimui atlikti reikalingų požymių išmanymas [20].** *Pleuros linija* UG tyrimo metu matoma kaip hiperechogeniška linija, kurią sudaro parietalinis ir visceralinis lapeliai. Pleura nuolat juda, todėl tai yra dinaminis tyrimas [17]. Pleuros linija matoma kaip balta linija, apytiksiai 0,5 cm gylyje į šonkaulio antkaulinį atspindį. Atsiradus pleuros efuzijai, visceralinės ir parietalinės pleuros paviršiai vienas nuo kito atskiriami skysčiu [18]. Pleuros linija patvirtinama M-režimu, kuriame stebimas „jūros kranto“ požymis, atspindintis normalų pleuros slydimą [17].

*A-linijos* vaizdas sukuriama nepažeistos, oringos plaučių parenchimos. Tai yra aidėjimo artefaktai, atsirandantys dėl akustinio atspindžio tarp pleuros linijos ir ultragarso daviklio. Šios linijos yra normalus radinys sveikiems [19]. Jos gali būti dauginės, išsidėsčiusios reguliariais intervalais. A-linijos beslydimo leidžia įtarti pneumotoraksą [20].

*B-linijos* yra dar vienas artefaktas, apibūdinamas kaip ilgos, gerai apibrėžtos, hiperechogeniškos linijos, kurios kyla iš pleuros linijos ir juda kartu su plaučių slydimu [21]. B-linijos prasideda ties pleuros linija ir tęsiasi iki 8-10 cm gylio. Daugiau nei 3 B-linijos kiekviename plaučio lauke laikomos patologija. Šie artefaktai matomi kaip „kometos uodegos“ ir savo trajektorijoje pašalina A-linijas. Manoma, kad tai iš dalies sumažėjęs plaučio oringumas, ar skysčio pripildytos tarpkiltelinės pertvaros. B-linijos yra dažniausias radinys kritiškai sunkios būklės COVID-19 pneumonija sergantiems ligoniams [22], jų kiekis bei sustorėjusi pleuros linija koreliuoja su būklės sunkumu [23].

*Konsolidacijos* nėra artefaktai, tai anatomiciniai radiniai, matomi kaip hipoechogeniniai plotai plaučio paviršiuje. Konsolidacija patvirtinama fraktalinio (angl. fractal), skiautės (angl. shred) ženklu ar hepatizacijos požymiu. Dauginės smulkios subpleurinės konsolidacijos pasiskirsto plaučių periferijoje. Žinant subpleurinių konsolidacijų skaičių, galima nuspėti ligos sunkumą ir prognozę, vietoje pasiklivimo vien B linijų skaičiavimu ir (ar) stambių konsolidacijų buvimu, kurių COVID-19 pneumonijos atveju randama retai [24].

*Pleuros efuzija* matoma kaip homogeniškas, anechoiškas (kartais gali būti hipoechogeniškas) tarpas tarp parietalinės ir visceralinės pleuros. Šie tarpai formuojasi iškvėpimo metu, tačiau adhezija tarp abiejų pleuros lapelių gali sutrikdyti plaučio judėjimą [25]. Pleuros efuzija matoma M-režimu ir atpažįstama vadinamu sinusoidiniu signalu. Sergančiųjų COVID-19 pneumonija pleuros efuzijos yra mažos ir retos, išskyrus atvejus, kai paciento didelis skysčių balansas, esant staziniam širdies nepa-

kankamumui, ar prisidėjus bakterinei infekcijai [26]. Vis dar neaišku, ar su COVID-19 susijusios efuzijos tiesiogiai susijusios su SARS-CoV-2 infekcija [27].

**PUG trūkumai.** Plaučių ultragarso tyrimas neišvengiamai turi tam tikrų trūkumų, į kuriuos turi būti atsižvelgiama. PUG turi didelį jautrumą, tačiau jis reikalauja specifinio apmokymo, ribojamas labai mažo specifiškumo ir nepatikimos teigiamos nuspėjamosios vertės [28]. Artefaktinių B-linijų atsiradimas gali būti matomas ir esant kitų patologijų, tokių kaip plaučių edema, intersticinė fibrozė ir astma. B-linijos gali būti matomos ir sveikiems individams, todėl jos turėtų būti interpretuojamos atsižvelgiant į paciento amžių. Kitas PUG trūkumas – negalėjimas prasiskverbti į gilesnius plaučių parenchimos plotus, todėl visapusiškai plaučių ištyrimui, norint nustatyti gilesnes jų pažeidas, tikslinga atlikti krūtinės KT tyrimą. [29]. Kai kurie autoriai teigia, jog neseniai paviešintose studijose UG nauda ir vertė COVID-19 sukeltos pneumonijos diagnostikai ir stebėjimui yra perdėta [30].

### Išvados

1. Nors PUG jautrumas yra didelis, tyrimo metu aptikti pakitimai nėra specifiški COVID-19 infekcijai.

COVID-19 sukeltai pneumonijai būdingas periferinis subpleurinių konsolidacijų pasiskirstymas, centrinėse plaučio skiltyse esantys pažeidimo plotai gali būti praleisti, todėl COVID-19 pneumonijos diagnostikos aukso standartu išlieka krūtinės KT.

2. Didelis COVID-19 infekcijos užkrečiamumo ir plitimo pavojus sunkina šios ligos diagnostiką. Dėl galimybės atlikti tyrimą šalia paciento lovos, tyrimo greičio, kartojimo galimybės, didelio jautrumo, plaučių ultragarso tyrimas tapo kompiuterinės tomografijos alternatyva ligos diagnostikai ir stebėjimui.

### Literatūra

1. Wu Z, McGoogan JM. Characteristics of and Important Lessons From the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Outbreak in China: Summary of a Report of 72 314 Cases From the Chinese Center for Disease Control and Prevention. *JAMA* 2020;323(13):1239-1242.  
<https://doi.org/10.1001/jama.2020.2648>
2. Yasin R, Gouda WM. Chest X-ray findings monitoring COVID-19 disease course and severity. *Egypt J Radiol Nucl Med* 2020; 51(1): 193  
<https://doi.org/10.1186/s43055-020-00296-x>
3. Zhao W, Zhong Z, Xie X, et al. Relation between chest CT Findings and clinical conditions of coronavirus disease (COVID-19) pneumonia: a multicenter study. *Am J Roentgenol* 2020;214(5):1072-1077.  
<https://doi.org/10.2214/AJR.20.22976>
4. Giri AK, Rana DRSJB. Charting the challenges behind the testing of COVID-19 in developing countries: Nepal as a case study. Elsevier 2020; 2(2):53-56.  
<https://doi.org/10.1016/j.bsheel.2020.05.002>
5. Testa A, Soldati G, Copetti R, et al. Early recognition of the 2009 pandemic influenza A (H1N1) pneumonia by chest ultrasound. *Crit Care* 2012;16(1):R30.  
<https://doi.org/10.1186/cc11201>
6. Peixoto AO, Costa RM, Uzun R, Fraga AMA, Ribeiro JD, Marson FAL. Applicability of lung ultrasound in COVID-19 diagnosis and evaluation of the disease progression: A systematic review. *Pulmonology* 2021;27(6):529-562.  
<https://doi.org/10.1016/j.pulmoe.2021.02.004>
7. Nouvenne A, Zani MD, Milanese G, Parise A, Baciarello M, Bignami EG, et al. Lung ultrasound in COVID-19 pneumonia: correlations with chest CT on hospital admission. *Respiration* 2020;99(7):617-624.  
<https://doi.org/10.1159/000509223>
8. Agarwal PP, Cinti S, Kazerooni EA. Chest radiographic and CT findings in novel swine-origin influenza A (H1N1) virus (S-OIV) infection. *Am J Roentgenol* 2009;193(6):1488-1493.  
<https://doi.org/10.2214/AJR.09.3599>
9. 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):2776-2780.
10. Zhang YK, Li J, Yang JP, Zhan Y, Chen J. Lung ultrasonography for the diagnosis of 11 patients with acute respiratory distress syndrome due to bird flu H7N9 infection. *Virol J* 2015;12:176.  
<https://doi.org/10.1186/s12985-015-0406-1>
11. World Health Organization. Human infection with avian influenza A (H7N9) virus - China. 2017. <https://www.who.int/csr/don/01-may-2017-ah7n9-china/en/>
12. 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):345-350.  
<https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000004929>
13. Lichtenstein DA, Meziere GA. Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure: the BLUE protocol. *Chest* 2008;134(1):117-25.  
<https://doi.org/10.1378/chest.07-2800>
14. Lichtenstein DA, Goldstein I, Mourgeon E, Cluzel P, Grenier P, Rouby JJ. 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>
15. Soldati G, Smargiassi A, Inchingolo R, Buonsenso D, Perrone T, Briganti DF, Perlini S, Torri E, Mariani A, Mossolani EE, Tursi F, Mento F, Demi L. Proposal for international standardization of the use of lung ultrasound for patients with COVID-19: A Simple, Quantitative, Reproducible Method. *J Ultrasound Med*

- 2020;39(7):1413-1419.  
<https://doi.org/10.1002/jum.15285>
16. Dargent A, Chatelain E, Kreitmann L, Quenot JP, Cour M, Argaud L; COVID-LUS study group. Lung ultrasound score to monitor COVID-19 pneumonia progression in patients with ARDS. *PLoS One* 2020;15(7):e0236312.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0236312>
  17. Mayo P, Broaddus VC, Finlay G. Bedside pleural ultrasonography: Equipment, technique, and the identification of pleural effusion and pneumothorax. *UpToDate* 2021;38:125-130.
  18. Neto MJF, Rahal JA, Vieira FAC, Silva PSD, Funari MBG. Advances in lung ultrasound. *Einstein (São Paulo)* 2016;14(3):443-448.  
<https://doi.org/10.1590/S1679-45082016MD3557>
  19. Clevert DA. White Paper: Lung Ultrasound in Patients with Coronavirus COVID-19 Disease 2020. <https://www.siemens-healthineers.com/fit/ultrasound/lung-ultrasound-covid-19>.
  20. Jackson K, Butler R, Aujayeb A. Lung ultrasound in the COVID-19 pandemic. *Postgrad Med J* 2021;97(1143):34-39.  
<https://doi.org/10.1136/postgradmedj-2020-138137>
  21. Peng QY, Wang XT, Zhang LN; Chinese Critical Care Ultrasound Study Group (CCUSG). Findings of lung ultrasonography of novel corona virus pneumonia during the 2019-2020 epidemic. *Intensive Care Med* 2020;46(5):849-50.  
<https://doi.org/10.1007/s00134-020-05996-6>
  22. VanNatta K, Lieu E, Desai A, Southgate S, Freudenberger J, Liu R. Lung Ultrasound in COVID-19 2020. <https://www.emra.org/emresident/article/lung-us-in-covid/>.
  23. Bitar ZI, Shamsah M, Maadarani OS, Bamasood OM, Bitar AZ, Alfoudri H. Lung Ultrasound and Sonographic Subpleural Consolidation in COVID-19 Pneumonia Correlate with Disease Severity. *Crit Care Res Pract* 2021;2021:6695033.  
<https://doi.org/10.1155/2021/6695033>
  24. Von Groote-Bidlingmaier F, Coenraad FN, Koegelenberg B. A practical guide to transthoracic ultrasound. *Respiration* 2012;9:132-142.  
<https://doi.org/10.1183/20734735.024112>
  25. Fahad AM, Al-Khalidi HA, Alhaideri YAA, Altimimi YQM, Alshewered AS. Pleural effusion in a patient with COVID-19 pneumonia and lung cancer: A case report. *Respir Med Case Rep* 2020;31:101302.  
<https://doi.org/10.1016/j.rmcr.2020.101302>
  26. Colombi D, Petrini M, Maffi G, Villani GD, Bodini FC, Morelli N, Milanese G, Silva M, Sverzellati N, Michieletti E. Comparison of admission chest computed tomography and lung ultrasound performance for diagnosis of COVID-19 pneumonia in populations with different disease prevalence. *Eur J Radiol* 2020;133:109344.  
<https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2020.109344>
  27. Schoenfeld E, Budhram G. Introduction to Bedside Ultrasound: Volume 1. Emergency Ultrasound Solutions. *Academic Emergency Medicine* 2013;21(1):66-84.
  28. Sofia S, Boccatonda A, Montanari M, Spampinato M, D'ardes D, Cocco G, Accogli E, Cipollone F, Schiavone C. Thoracic ultrasound and SARS-COVID-19: a pictorial essay. *J Ultrasound* 2020;23(2): 217-221.  
<https://doi.org/10.1007/s40477-020-00458-7>
  29. Huang Y, Wang S, Liu Y, et al. A preliminary study on the ultrasonic manifestations of peripulmonary lesions of non-critical novel coronavirus pneumonia (COVID-19). 2020:3544750.  
<https://doi.org/10.21203/rs.2.24369/v1>
  30. Khalili N, Haseli S, Iranpour P. Lung Ultrasound in COVID-19 Pneumonia: Prospects and Limitations. *Acad Radiol* 2020;27(7):1044-1045.  
<https://doi.org/10.1016/j.acra.2020.04.032>

#### THE USE OF LUNG ULTRASOUND IN COVID-19 INDUCED PNEUMONIA

D. Vingrys, U. Kulnickaitė

Keywords: COVID-19, lung ultrasound, pneumonija.

##### Summary

SARS-CoV-2 virus caused COVID-19 infection mainly damages the breathing system and characterises with high virulence. This complicated diagnostic possibilities and transportation of the patients. These problems lead to a search of alternative diagnostic measures, which could reduce the spreading of the disease.

Aim. To find out the use of lung ultrasound in COVID-19 caused pneumonia diagnostics and follow-up for today.

Material and methods. With the help of PubMed database a review of literature was performed selecting publications which studied the use of lung ultrasound in COVID-19 pneumonia, findings, other viral pneumonias and comparison with computed tomography.

Ultrasound examination is known for its portability, short examination time, re-examination possibility, high sensitivity for changes in lung diseases. Due to these advantages ultrasound was inevitably put into use for diagnostics for COVID-19 caused pneumonia.

Correspondence to: domantas.vingrys@gmail.com

Gauta 2021-05-14