

# Transtorakalinės plaučių audinio biopsijos kompiuterinės tomografijos kontrolėje diagnostinė vertė. Patirtis Lietuvos sveikatos mokslų universiteto ligoninėje Kauno klinikose

THE DIAGNOSTIC VALUE OF TRANSTHORACIC CT-GUIDED FINE NEEDLE ASPIRATION BIOPSY. OUR EXPERIENCE IN HOSPITAL OF LITHUANIAN UNIVERSITY OF HEALTH SCIENCES KAUNO KLINIKOS

ANTANAS MONTVILA, PAULIUS JARUŠEVIČIUS, DEIVIDAS MIKALAUSKAS,  
DEIVIDAS KLEBANOVAS, DOMAS GOLUBICKAS, JURGITA ZAVECKIENĖ  
LSMU MA Radiologijos klinika

**Santrauka. Įvadas.** Transtorakalinė adatinė plaučių audinio biopsija kompiuterinės tomografijos kontrolėje (TTB-KT) yra minimaliai invazyvi, saugi bei aukšta diagnostine verte pasižyminti procedūra, skirta įvairių plaučių darinių bei generalizuotų plaučių ligų morfologijai nustatyti. Lyginant su kitomis plaučių audinio biopsijų technikomis, TTB-KT pasižymi saugumu, tikslumu, galimybe tyrimą atlikti greitai be specialaus pasiruošimo arba specifinės įrangos, išvengiant paciento sedacijos. **Diagnostinė vertė.** Skirtingai nei transbronchinė plaučių audinio biopsija (TBB), kurios tikslumas stipriai priklauso nuo darinio lokalizacijos, dydžio ir kartais ribotos galimybės darinį vizualizuoti, TTB-KT pasižymi aukštu tikslumu tiriant tiek centrinius, tiek periferinius darinius, nepriklausomai nuo jų dydžio arba lokalizacijos. Remiantis Lietuvos ir užsienio autorių patirtimi, diagnostinis tikslumas viršija 90 proc. TTB-KT metu grėsmingos komplikacijos pasitaiko ypač retai. **Mūsų patirtis.** Atlikus retrospektyviąją mažos imties (15 pacientų, kuriems atlikta TTB-KT) analizę, nustatyta, kad visiems pacientams TTB-KT buvo informatyvi. Kliniškai nereikšmingas pneumotoraksas išsivystė tik trimis pacientams. Lyginant su TBB, laikas nuo darinio radiologinio nustatymo iki informatyvios TTB biopsijos reikšmingai trumpesnis. **Išvada.** TTB-KT, lyginant su TBB, pasižymi didesniu informatyvumu, mažesniais kaštais, leidžia sutrumpinti laiką iki histologinio tyrimo bei sumažinti reikšmingų komplikacijų dažnį, lyginant su kitomis biopsijos technikomis.

**Reikšminiai žodžiai:** plaučių vėžys, plaučių darinys, transbronchinė biopsija, transtorakalinė plaučių audinio biopsija KT kontrolėje.

**Summary. Background.** Transthoracic CT-guided fine needle aspiration biopsy (TTNB) is a minimally invasive procedure with high diagnostic value. This procedure is used to evaluate the morphology of pulmonary masses or diseases. Compared to other methods of lung biopsy, TTNB is safer, more accurate, has no need for special preparation or equipment, can be performed without patient sedation. **Diagnostic value.** Compared to transbronchial lung biopsy (TBB), whose accuracy highly depends on the localization and size of the nodule, TTNB displays high accuracy in central and peripheral nodules. According to Lithuanian and foreign researchers, diagnostic accuracy is above 90%. During TTNB life threatening complications are rare.

**Our experience.** We retrospectively analysed 15 patients who underwent TTNB. For all of the patients the procedure was informative. Only 3 patients experienced clinically insignificant pneumothorax. Comparing to TBB the time between radiologic and histologic evaluations was significantly shorter for patients who underwent TTNB. **Conclusion.** CTNB is more informative and cheaper than TBB. Furthermore with this procedure, histologic evaluation can be achieved faster and complications can be successfully managed.

**Keywords:** lung cancer, lung tumor, transbronchial biopsy, transthoracic CT-guided lung biopsy.

## IVADAS

Pasaulyje dažniausiai naudojami minimaliai invazyvūs nechirurginiai plaučių audinio biopsijos metodai yra perkutaninė transtorakalinė adatinė biopsija kompiuterinės tomografijos kontrolėje (TTB-KT) bei

transbronchinė biopsija (TBB) [1]. Dažnai TBB atliekamos endobronchinio ultragarso (EBUS) pagalba, nes periferinių plaučių darinių biopsija TBB rentgeno kontrolėje neberekomenduojama [1]. Remiantis CHEST (angl. *American College of Chest Physicians*)

# Moksliniai darbai ir apžvalgos

rekomendacijomis, TTB-KT tikslinga rinktis esant bet kokiems periferiniams arba centriniams dariniams, jeigu nėra didelės pneumotorakso rizikos [2]. Pasaulyje klinikinėje praktikoje ši procedūra pradėta naudoti nuo 1970 m., o per pastaruosius 20 metų TTB-KT panaudojimas solitarinių židinių diagnostikoje reikšmingai išaugo [2, 3]. Metodus šiuo metu plačiai taikomas solidinių, subsolidinių („matinio stiklo“ struktūros) židinių, kuriuos vizualizuoti įmanoma tik plaučių KT tyrimo metu, dauginių židinių, plaučių masių, ilgai nesirezorbuojančių infiltratų, kitos kilmės konsolidacijos, abscesų, pleuros, tarpuplaučio darinių

ar net plaučių šaknyse nustatytų masių verifikavimui [4]. Anksčiau TTB-KT naudotas didesnių nei 3 cm solidinių darinių verifikavimui. Šiandien sėkmingai atliekamos mažesnių nei 1 cm židinių biopsijos, o literatūros duomenys nurodo iki ~ 92,7 proc. siekiantį tokių procedūrų informatyvumą [5].

## Tyrimo tikslas

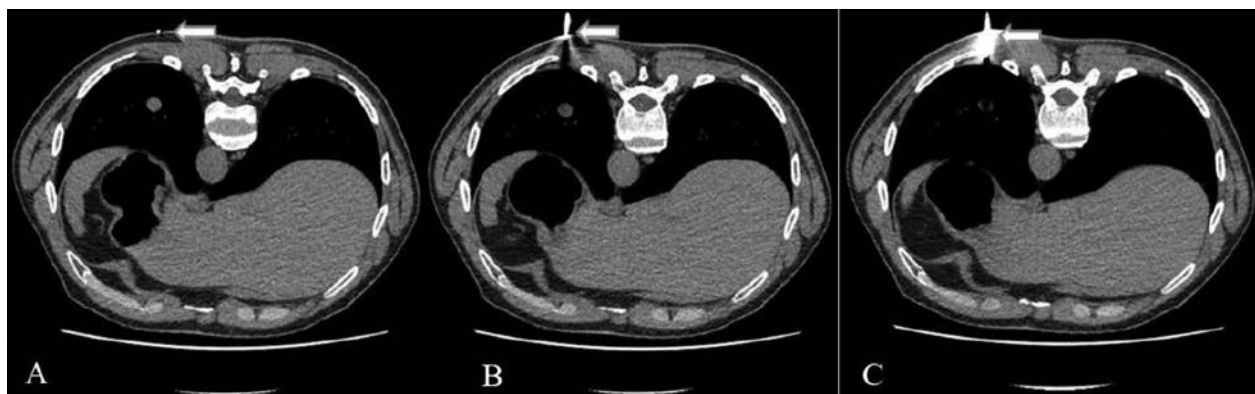
Šio tyrimo tikslas – įvertinti ir analizuoti literatūrą apie plaučių audinio biopsijos technikas, kitų įstaigų patirtį bei pasaulines TTB-KT taikymo tendencijas ir palyginti su mūsų gydymo įstaigos patirtimi.



1 pav. A – dešinėje krūtinės ląstos pusėje rodykle pažymėta biopsijos vieta; B – vertinama pravedamosios adatos darinio atžvilgiu; C – atliekama darinio biopsija



2 pav. A – dešinėje krūtinės ląstos pusėje rodykle pažymėta biopsijos vieta; B – vertinama pravedamosios adatos darinio atžvilgiu; C – po biopsijos dešinėje pleuros ertmėje atsirado nedidelis oro ruoželis



3 pav. A – kairėje krūtinės ląstos pusėje rodykle pažymėta biopsijos vieta; B – vertinama pravedamosios adatos darinio atžvilgiu; C – atliekama darinio biopsija

# Moksliniai darbai ir apžvalgos

## TRANSTORAKALINĖ PLAUCIŲ AUDINIO BIOPSIJA

Transtorakalinė plaučių audinio biopsija yra įprasta, išsivysčiusiose pasaulio šalyse plačiai paplitusi procedūra, kuriai nereikia papildomos diagnostinės įrangos arba specialaus paciento paruošimo. Procedūros metu nebūtina paciento sedacija, pakanka vietinės anestezijos [5]. Siekiant sumažinti apšvitės dozę, pacientui tenkančią procedūros metu, atliekami lokalūs, tik pokyčių vietą apimantys, mažos jonizuojamosios spinduliuotės dozės skenavimai. Procedūros metu reikalingas nuolatinis bendravimas su pacientu, stengiantis užtikrinti, kad kvėpavimo judesiai neapsunkintų procedūros eigos. Norint užtikrinti biopsijos sėkmę, atliekami lokalūs KT skenavimai, naudojama pravedamoji adata, siekiant nustatyti, ar darinys pasiekiamas. Paimami keli medžiagos gabalėliai nuodugniai histologiniam ištyrimui. Prieš pašalinant pravedamąją adatą, radiologiškai įvertinama, ar pleuros ertmėje neatsirado oro. Jei procedūra nekomplikuota, tolesnis paciento gyvybinių funkcijų stebėjimas nebūtinai, tačiau rekomenduojama kurį laiką stebėti lignoninėje. Pacientas namo išrašomas tik įsitikinus, jog neišryškėjo pneumotorakso požymių ir pacientą supažindinus su galimomis komplikacijomis [4, 5].

TTB-KT neturi absoliučių kontraindikacijų, todėl metodo panaudojimo galimybės platesnės [6]. Šiandien išskiriamos tik kelios reliatyvios procedūros kontraindikacijos, tačiau pastarosios gali būti koreguojamos: pacientas negali gulėti tam tikroje padėtyje ar sulaikyti kvėpavimą, kraujo krešėjimo sutrikimai dėl krešėjimo sistemą veikiančių ligų (tarptautinis normalizuotas santykis  $>1,3$  arba trombocitopenija  $<50\ 000/l$ ) arba hipokoaguliacijos dėl antikoagulantų

vartojimo, išreikšta plaučių emfizema, didelės bulos, didelio laipsnio širdies nepakankamumas [6, 7]. Reliatyvia kontraindikacija procedūrai laikoma ir stambios arba gausios kraujagyslės biopsijos vietoje [6, 7]. Papildomų reliatyvių kontraindikacijų TTB-KT, kurios skirtųsi nuo kitų plaučių biopsijos technikų, nėra, o sunkių arba gyvybei pavojingų komplikacijų pasitaiko ypač retai [8].

Dažniausia KT kontrolėje atliekamų biopsijų komplikacija yra asimptominis, minimaliai išreikštas pneumotoraksas [9]. Perlmutter su bendraautoriais duomenimis, atlikus 673 procedūras, pneumotoraksas pasireiškė mažiau nei 9 proc. atvejų. 98 proc. iš jų pneumotoraksas nustatytas procedūros metu arba per pirmą valandą po jos [9]. Kitų autorių duomenimis, nekomplikuotas pneumotoraksas diagnozuojamas dažniau – 20–25 proc. atvejų, o pleuros ertmės drenavimas reikalingas tik apie 3,3 proc. atvejų [9–12]. Kita galima procedūros komplikacija yra negausus kraujavimas iš plaučių. Hemoragijos dažniausiai būna lokaliai, lyginant su kriobiopsijomis, kurių metu vidutinis arba gausus kraujavimas pasireiškia maždaug iki 39 proc. atvejų. TTB-KT metu ši komplikacija yra gana reta ir siekia nuo 5 iki 16,9 proc. [13, 14]. Kita labai reta komplikacija – embolija oru. Publikuotos studijos duomenimis, iš 9783 atvejų ji pasireiškė tik 0,06 proc. pacientų, palyginimui – 30 dienų po apendektomijos mirtingumas siekia 1,8 proc. [14, 15].

## DIAGNOSTINĖ VERTĖ

Dauguma autorių sutinka, jog diagnostinis TTB-KT informatyvumas priklauso nuo darinio dydžio, lokalizacijos, atlikėjo patirties, adatos tipo, biopsijos technikos pasirinkimo ir citopatologinio tyrimo priėmimo [16]. Informatyviomis laikomos procedūros, kurių metu paimta biopsinė medžiaga buvo kokybiška ir pakankama nuodugniai histologiniam tyrimui. Remiantis didelių imčių tiriamųjų duomenimis, šios procedūros tikslumas ir specifiskumas viršija 90 proc. [17–19]. Klaidingai teigiami rezultatai pasitaiko mažiau nei 1 proc. atvejų [22–24], o klaidingai neigiami – mažiau nei 10 proc. [19–5].

Tiriant subsolidinius darinius, TTB-KT jautrumas mažesnis – 51–84 proc. Lietuvos autorių skelbti duomenys panašūs [26]. Valavičiaus su bendraautoriais atliktos retrospektyviosios 109 TTB-KT analizės duomenimis, procedūra buvo informatyvi 90,82 proc. atvejų [26].

Hur ir bendraautoriai analizavo TBB ir TTB-KT procedūrų pasirinkimo tikslingumą. Jų duomenimis, TBB tikslumas varijuoja nuo 18 iki 60 proc. ir stipriai priklauso nuo darinio lokalizacijos bei dydžio [27]. TTB-KT statistiškai reikšmingai tikslesnė tiriant mažesnius nei 2 cm dydžio centrinius arba periferijoje išsidėsčiusius solidinius mazgus [27].

1 lentelė. Pacientų pasiskirstymas pagal lytį ir darinio tipą

	Atvejų skaičius
Lytis	
Vyrai	10
Moterys	5
Darinių tipai	
Pirminiai navikai	12
Metastaziniai navikai	3

2 lentelė. Neinformatyvių ir pakartotinių procedūrų skaičius pagal tyrimo metodą

	Neinformatyvių procedūrų	Pakartotinės procedūros
TTB-KT	0	0
TBB	9	3

Santrumpos: TBB – transbronchinė plaučių audinio biopsija; TTB-KT – perkutaninė transtorakalinė adatinė biopsija kompiuterinės tomografijos kontrolėje.



## MŪSŲ PATIRTIS

### Metodika

Retrospektyviai įvertinome visų pacientų, kuriems nuo 2017 m. spalio iki 2018 m. birželio mėnesio atlikta TTB-KT duomenis, histologinių tyrimų rezultatus (1 lentelė). Tyrime naudoti visų 15 pacientų duomenys. Gautus duomenis analizavome naudodami statistinę programą „SPSS v. 23.0“, taikant aprašomosios statistikos metodus (vidurkius, dažnius). Septyniems pacientams TTB-KT atlikta kaip pirmojo pasirinkimo procedūra, kitiems – kaip papildoma po neinformatyvių TBB. Visos 15 TTB buvo sėkmingos – tyrimų metu paimtos biopsijos buvo informatyvios (2 lentelė).

### Rezultatai

Analizuojant laikotarpį tarp radiologinio (KT) darinio plaučiuose nustatymo iki histologinio jo tyrimo, nustatyta, jog, pasirinkus TTB-KT pirminiu biopsijos metodu, laikotarpis iki histologinės verifikacijos reikšmingai trumpesnis (4 pav.). Šiais atvejais laikotarpis buvo nuo 4 iki 60 dienų. Pacientų grupėje, kuriems pirmiau buvo atliekamos TBB, o TTB-KT kaip papildomas pasirinkimas, laiko intervalas iki histologinės verifikacijos buvo nuo 30 iki 163 dienų. Laiko intervalą lėmė ir pakartotinės neinformatyvios TBB (2 lentelė).

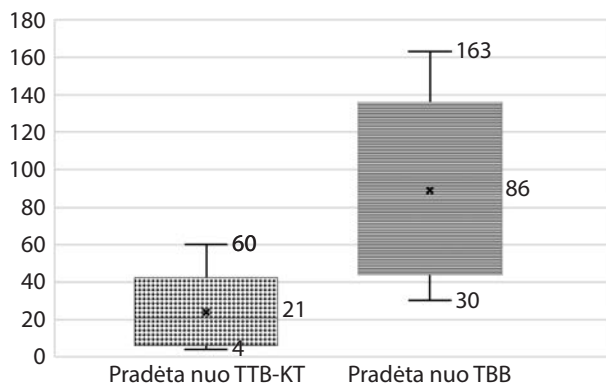
TTB-KT komplikacijos nustatytos trims pacientams (4,2 proc.). Visais atvejais pasireiškė nedidelis pneumotoraksas, kuris rezorbavosi savaime. Kraujavimo, pleuros ertmių drenavimo reikalaujančio pneumotorakso nenustatyta.

### DISKUSIJA

Histologinis plaučių darinių tyrimas yra būtina ir svarbiausia daugelio ligų tikslios diagnozės ir individualaus gydymo parinkimo sąlyga [14–15, 29, 37]. Literatūros duomenimis, TTB-KT, lyginant su TBB, pasižymi didesniu tikslumu, ypač tiriant periferinius plaučių darinius [27, 29, 30]. Lietuvoje kol kas neatlikta didelių imčių tyrimų, nagrinėjančių TTB-KT informatyvumą, tačiau turimus duomenis lyginant su didelių imčių tyrimais, atliktais užsienio ligoninėse, Lietuvoje pasiekama ne prastesnių rezultatų [26].

Per pastarąjį dešimtmetį atsirado ir keletas naujų bronchoskopinių procedūrų, tokių kaip endobronchialis ultragarsas (EBUS) arba bronchoskopija su elektromagnetine navigacija (ENB) [31–33]. Šių procedūrų tikslumas, nustatant periferinius solidinius darinius, atitinkamai siekia nuo 46–82 proc. EBUS bei 62,5–76,9 proc. ENB [29–33]. Nors bronchoskopinių procedūrų tikslumas gerėja, tačiau dauguma autorių sutinka, jog šios procedūros tinkamesnės centrinės kilmės dariniams verifikuoti [31–36]. Be to, daugelyje pasaulio šalių TTB-KT yra ekonomiškai efektyvesnė ir prieinamesnė procedūra nei EBUS arba ENB [31, 32, 34, 37].

Literatūros duomenimis, sėkmingos TBB, tiriant



4 pav. Laikotarpis nuo radiologinės diagnozės iki sėkmingos biopsijos (dienos)

periferinius darinius, būna tik 14–60 proc. atvejų [27]. Rekomenduojama po neinformatyvios TBB iškart atlikti TTB-KT [27], o tiriant periferijoje esančius arba mažesnius nei 2 cm darinius, histologinį verifikavimą pradėti nuo TTB-KT [2]. Tokia taktika padeda sumažinti labai svarbų laikotarpį nuo darinio diagnozavimo radiologinio tyrimo metu iki pokyčių histologinio verifikavimo. Tai patvirtina ir mūsų tyrimo rezultatai: vidutinio laikotarpio iki histologinio verifikavimo skirtumas, renkantis skirtingą biopsijos taktiką, buvo 65 dienos.

TTB-KT jautrumas mažesnis tiriant subsolidinius nei solidinius darinius. Hur su bendraautoriais publikuoto nedidelės imties (N=28) tyrimo duomenimis, darinių, kuriuose „matinio stiklo“ zona sudarė 50–90 proc., TTB-KT jautrumas buvo 82 proc., o darinių, kuriuose „matinis stiklas“ dominuoja (>90 proc.), jautrumas buvo 50 proc. [36]. Nepaisant mažesnio jautrumo, TTB-KT yra potencialiai naudinga tiriant subsolidinius darinius, ypač kai chirurginė biopsija arba rezekcija yra pavojinga dėl gresiančių komplikacijų [2].

Pasaulyje TTB-KT pasirinkimą skatina ir galimybė efektyviau panaudoti gydymo įstaigos resursus, mažinti diagnostikos kaštus. TTB-KT procedūros kaina yra sąlyginai maža, o kartu sumažinamas ir pakartotinių procedūrų skaičius, paciento hospitalizacija [37]. Dauguma autorių sutinka, kad TTB-KT procedūros nauda viršija komplikacijų riziką nepriklausomai nuo indikacijų, dėl kurių buvo atliekama procedūra [17, 37].

### IŠVADOS

1. Transtorakalinė adatinė plaučių biopsija kompiuterinės tomografijos kontrolėje yra informatyvi ir saugus plaučių audinio biopsijos metodas, kurio panaudojimas, mūsų duomenimis, gali reikšmingai sutrumpinti laikotarpį iki histologinio pokyčių plaučiuose tyrimo.
2. Tinkamai pasirinkta biopsijos taktika leidžia sumažinti komplikacijų skaičių, išvengti nereikalingų pakartotinių diagnostinių procedūrų.

# Moksliniai darbai ir apžvalgos

3. TTB-KT pritaikymas kasdienėje klinikinėje praktikoje gali padėti racionaliau panaudoti gydymo įstaigos resursus bei sumažinti diagnostikos kaštus.

Gauta 2018 08 07

Priimta 2018 09 05

## LITERATŪRA

1. Zhang Q, Zhang S, Xu X, Xu Q, Zhou J. Value of radial probe endobronchial ultrasound-guided transbronchial biopsy and computer tomography-guided transthoracic needle aspiration in the diagnosis of peripheral pulmonary lesions. *Medicine (Baltimore)*. 2017; 96(34):e7843.
2. Gould MK, Donington J, Lynch WR, Mazzone PJ, Midthun DE, Naidich DP, et al. Evaluation of individuals with pulmonary nodules: when is it lung cancer? Diagnosis and management of lung cancer, 3rd ed: American College of Chest Physicians evidence-based clinical practice guidelines. *Chest*. 2013; 143(5 Suppl):e93S–e120S.
3. Haaga JR, Alfydi RJ. Precise biopsy localization by computed tomography. *Radiology*. 1976; 118(3):603-7.
4. Manhire A, Charig M, Clelland C, Gleeson F, Miller R, Moss H, et al. Guidelines for radiologically guided lung biopsy. *Thorax*. 2003; 58(11):920–36.
5. Hiraki T, Mimura H, Gobara H. CT fluoroscopy-guided biopsy of 1,000 pulmonary lesions performed with 20-gauge coaxial cutting needles: diagnostic yield and risk factors for diagnostic failure. *Chest*. 2009; 136(6):1612–7.
6. Klein JS, Zarka MA. Transthoracic needle biopsy. *Radiol Clin North Am*. 2000; 38(2):235–66.
7. Wallace AB, Suh RD. Percutaneous transthoracic needle biopsy: special considerations and techniques used in lung transplant recipients. *Semin Intervent Radiol*. 2004; 21(4):247–58.
8. Ernst A, Silvestri G, Johnstone D; American College of Chest Physicians. Interventional pulmonary procedures: Guidelines from the American College of Chest Physicians. *Chest*. 2003; 123(5):1693–717.
9. Perlmutter LM, Johnston WW, Dunnick NR. Percutaneous transthoracic needle aspiration: a review. *Am J Roentgenol*. 1989; 152(3):451–5.
10. Priola AM, Priola SM, Cataldi A. Diagnostic accuracy and complication rate of CT-guided fine needle aspiration biopsy of lung lesions: A study based on the experience of the cytopathologist. *Acta Radiol*. 2010; 51(5):527–33.
11. Yeow KM, Su IH, Pan KT, Tsay PK, Lui KW, Cheung YC, et al. Risk factors of pneumothorax and bleeding: Multivariate analysis of 660 CT-guided coaxial cutting needle lung biopsies. *Chest*. 2004; 126(3):748–54.
12. Nour-Eldin NEA, Alsubhi M, Emam A, Lehnert T, Beeres M, Jacobi V, et al. Pneumothorax Complicating Coaxial and Non-coaxial CT-Guided Lung Biopsy: Comparative Analysis of Determining Risk Factors and Management of Pneumothorax in a Retrospective Review of 650 Patients. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2016; 39(2):261–70.
13. Ong PG, Debiante LG, Casal RF. Recent advances in diagnostic bronchoscopy. *J Thorac Dis*. 2016; 8(12):3808–17.
14. Tomiyama N, Yasuhara Y, Nakajima Y, Adachi S, Arai Y, Kusumoto M, et al. CT-guided needle biopsy of lung lesions: A survey of severe complication based on 9783 biopsies in Japan. *Eur J Radiol*. 2006; 59(1):60–4.
15. Margenthaler JA, Longo WE, Virgo KS, Johnson FE, Oprian CA, Henderson WG, et al. Risk factors for adverse outcomes after the surgical treatment of appendicitis in adults. *Ann Surg*. 2003; 238(1):59–66.
16. Lu CH, Hsiao CH, Chang YC, Lee JM, Shih JY, Wu LA, et al. Percutaneous computed tomography-guided coaxial core biopsy for small pulmonary lesions with ground-glass attenuation. *J Thorac Oncol*. 2012; 7(1):143–50.
17. Yankelevitz DE, Vazquez M, Henschke CI. Special techniques in transthoracic needle biopsy of pulmonary nodules. *Radiol Clin North Am*. 2000; 38(2):267–79.
18. Inoue D, Gobara H, Hiraki T, Mimura H, Kato K, Shibamoto K, et al. CT fluoroscopy-guided cutting needle biopsy of focal pure ground-glass opacity lung lesions: diagnostic yield in 83 lesions. *Eur J Radiol*. 2012; 81(2):354–9.
19. Yang J-S, Liu Y-M, Mao Y-M, Yuan J-H, Yu W-Q, Cheng R-D, et al. Meta-analysis of CT-guided transthoracic needle biopsy for the evaluation of the ground-glass opacity pulmonary lesions. *Br J Radiol*. 2014; 87(1042):20140276.
20. Zarbo RJ, Fenoglio-Preiser CM. Interinstitutional database for comparison of performance in lung fine-needle aspiration cytology. A College of American Pathologists Q-probe study of 5264 cases with histologic correlation. *Arch Pathol Lab Med*. 1992; 116(5):463–70.
21. Zhang H, Zeng X, Xing F. The diagnostic accuracy of CT-guided percutaneous core needle biopsy and fine needle aspiration in pulmonary lesions: a meta-analysis. *Clin Radiol*. 2016; 71(1):e1–10.
22. Tian P, Wang Y, Li L, Zhou Y, Luo W, Li W. CT-guided transthoracic core needle biopsy for small pulmonary lesions: Diagnostic performance and adequacy for molecular testing. *J Thorac Dis*. 2017; 9(2):333–43.
23. Greif J, Marmor S, Schwarz Y, Staroselsky AN. Percutaneous core needle biopsy vs. Fine needle aspiration in diagnosing benign lung lesions. *Acta Cytol*. 1999; 43(5):756–60.
24. Bocking A, Klose KC, Kyll HJ. Cytologic versus histologic evaluation of needle biopsy of the lung, hilum and mediastinum. Sensitivity, specificity and typing accuracy. *Acta Cytol*. 1995; 39(3):463–71.
25. Yamagami T, Yoshimatsu R, Miura H, Yamada K, Takahata A, Matsumoto T, et al. Diagnostic performance of percutaneous lung biopsy using automated biopsy needles under CT-fluoroscopic guidance for groundglass opacity lesions. *Br J Radiol*. 2013; 86(1022):20120447.
26. Valavičius A, Penkauskaitė L, Ališauskas J, Šimkaitis A, Radvinskienė L. Periferinių plaučių darinių histologinis verifikavimas iš kompiuterinės tomografijos kontroleje atliktų transtorakalinių stulpelinių biopsijų bei jo įtaka tolimesnei gydymo taktikai. *Sveikatos mokslai*. 2015; 25(4):40–6.
27. Hur J, Lee HJ, Byun MK, Nam JE, Moon JW, Kim HS, et al. Computed tomographic fluoroscopy-guided needle aspiration biopsy as a second biopsy technique after indeterminate transbronchial biopsy results for pulmonary lesions: Comparison with second transbronchial biopsy. *J Comput Assist Tomogr*. 2010; 34(2):290–5.
28. Lee C, Guichet PL, Abtin F. Percutaneous Lung Biopsy in the Molecular Profiling Era: A Survey of Current Practices. *J Thorac Imaging*. 2017; 32(1):63–7.
29. Yoshikawa M, Sukoh N, Yamazaki K, Kanazawa K, Fukumoto S, Harada M, et al. Diagnostic value of endobronchial ultrasonography with a guide sheath for peripheral pulmonary lesions without X-ray fluoroscopy. *Chest*. 2007; 131(6):1788–93.
30. Eberhardt R, Ernst A, Herth FJ. Ultrasound-guided transbronchial biopsy of solitary pulmonary nodules less than 20 mm. *Eur Respir J*. 2009; 34(6):1284–7.
31. Eberhardt R, Anantham D, Herth F, Feller-Kopman D, Ernst A. Electromagnetic navigation diagnostic bronchoscopy in peripheral lung lesions. *Chest*. 2007; 131(6):1800–5.
32. Makris D, Scherpereel A, Leroy S, Bouchindhomme B, Faivre JB, Remy J, et al. Electromagnetic navigation diagnostic bronchoscopy for small peripheral lung lesions. *Eur Respir J*. 2007; 29(6):1187–92.
33. Lamprecht B, Porsch B, Pirich C, Studnicka M. Electromagnetic navigation bronchoscopy in combination with PET-CT and rapid on-site cytopathologic examination for diagnosis of peripheral lung lesions. *Lung*. 2009; 187(1):55–9.
34. Steinfurt DP, Khor YH, Manser RL, Irving LB. Radial probe endobronchial ultrasound for the diagnosis of peripheral lung cancer: systematic review and meta-analysis. *Eur Respir J*. 2011; 37(4):902–10.
35. Murphy JM, Gleeson FV, Flower CD. Percutaneous needle biopsy of the lung and its impact on patient management. *World J Surg*. 2001; 25(3):373–80.
36. Hur J, Lee HJ, Nam JE, Kim YJ, Kim TH, Choe KO, et al. Diagnostic accuracy of CT fluoroscopy-guided needle aspiration biopsy of ground-glass opacity pulmonary lesions. *Am J Roentgenol*. 2009; 192(3):629–34.
37. Dale CR, Madtes DK, Fan VS, Gorden JA, Veenstra DL. Navigational bronchoscopy with biopsy versus computed tomography-guided biopsy for the diagnosis of a solitary pulmonary nodule: A cost-consequences analysis. *J Bronchology Interv Pulmonol*. 2012; 19(4):294–303.