

# 경흉부 바늘생검을 이용한 폐암의 진단

박 동 일

충남대학교 의과대학 충남대학교병원 호흡기내과

## Transthoracic needle biopsy for diagnosis of lung cancer

Dongil Park, MD

Division of Pulmonary and Critical Care Medicine, Department of Internal Medicine, Chungnam National University Hospital, Chungnam National University School of Medicine, Daejeon, Korea

**Background:** Lung cancer is the most common cause of cancer deaths worldwide and accounts for approximately 2 million deaths annually. Despite advances in lung biopsy methods using bronchoscopy, a transthoracic needle biopsy continues to be used widely owing to its excellent accessibility and cost-effectiveness.

**Current Concepts:** Various guidance methods are used during a transthoracic needle biopsy to guide the biopsy needle toward the target lesion. Commonly used modalities include conventional computed tomography, computed tomography fluoroscopy, cone beam computed tomography, and ultrasonography. Complications of a transthoracic needle biopsy include pneumothorax (20.0%), hemorrhage or hemoptysis (11.0%), delayed pneumothorax (1.4%–4.5%), air embolism (0.02%–1.8%), and tumor seeding (0.12%–0.061%).

**Discussion and Conclusion:** Careful selection of the guidance method and needle type, based on the risk factors, the patient's condition, and location of the lesion is important to achieve high accuracy and low complication rates during a transthoracic needle biopsy. If possible, the bronchoscopic approach should initially be attempted in high-risk groups.

**Key Words:** Lung neoplasms; Diagnosis; Image-guided biopsy; Biopsy; Needle

### 서론

폐암은 전 세계적으로 매년 200만명이 진단받고 170만 명이 사망하여 암 사망률 부동의 1위를 차지하고 있으며, 우리나라에서도 매년 2만 명 가까이 폐암으로 인한 사망이 보고

되고 있다[1,2].

미국에서 진행된 국가 폐암 검진 연구(National Lung Screening Trial) 결과, 폐암 고위험군에서 저선량 흉부 컴퓨터단층촬영(low-dose computed tomography, LDCT)을 이용한 검진이 폐암으로 인한 사망률을 20% 정도 낮출 수 있는 것으로 밝혀졌다. 이후 LDCT를 이용한 검진이 활발해지면서 폐암 의심 병변의 발견도 증가하고 있다[3].

의심 병변의 확진을 위해서는 조직검사가 필요하다. 폐 조직검사 방법에는 수술적인 방법인 비디오 흉강경 수술(video-assisted thoracoscopic surgery)과 비수술적인 방법이 있다. 비수술적인 방법은 크게 접근 방법에 따라 기관지내시경을 이용한 방법과 경흉부 바늘생검(transthoracic

Received: February 7, 2023 Accepted: February 21, 2023

Corresponding author: Dongil Park

E-mail: rahm3s@gmail.com

© Korean Medical Association

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

needle biopsy 또는 percutaneous needle biopsy)으로 나눌 수 있다.

기관지내시경을 이용한 방법은 경기관지 폐생검(transbronchial lung biopsy)이라고 하며, 과거에는 병변과의 연결이 예상되는 기관지에 포셉이나 바늘을 삽입하여 조직을 얻는 방법으로 말초 폐병변에 대한 정확도가 50% 정도에 불과하였으나, 최근에는 방사형 초음파(radial probe endobronchial ultrasound), 전자기유도 내비게이션 기관지내시경(electromagnetic navigation bronchoscopy) 등을 이용하여 진단 수득률(diagnostic yield)이 70-80%로 상승하였다[4-7]. 하지만 기관지를 통한 접근 방법의 특성 상 기관지와 병변의 관계(bronchus sign)에 따라 접근성과 정확도가 좌우되는 한계와 검사 비용이 비싼 단점이 있다[8].

따라서 아직도 경흉부 바늘생검이 폐암의 조직진단에 널리 이용되고 있다. 경흉부 바늘생검은 민감도와 특이도가 각각 90%, 95% 정도로 우수하며, 검사 비용이 상대적으로 저렴한 장점이 있다[9]. 반면에 흉벽과 흉막, 폐실질을 천자하여 병변에 접근하는 검사 방법의 특성 상 기관지내시경을 이용한 폐생검에 비해 기흉 등 합병증 발생이 증가한다. 경흉부 바늘생검은 조직검사 바늘을 병변의 위치로 유도하기 위해 여러가지 유도방법을 사용하게 된다[10]. 이 논문에서는 대표적인 경흉부 바늘생검의 유도방법에 대하여 기술하고 검사의 정확도와 합병증에 영향을 미치는 인자들에 대하여 알아보하고자 한다.

## 유도방법과 조직검사 바늘

### 1. 컴퓨터단층촬영 유도방법

환자의 특성과 병변의 위치에 따라 적절한 유도방법을 선택하는 것이 정확도를 향상시키고 합병증을 최소화하는데 영향을 미칠 수 있다. 1980년대부터 사용된 고식적인 CT 유도방법(conventional CT guidance)은 잘 정립된 방법으로 최근에 발표된 연구들에서 96.1-96.7%의 매우 우수한 진단 정확도를 보여주고 있다[11-13]. 또한, 1 cm 미만의 작은 병변에 대하여도 90% 이상의 진단 정확도를 나타내 가장

널리 사용되는 유도방법이다[10].

그러나 실시간으로 병변과 조직검사 바늘의 움직임을 확인할 수 없기 때문에 호흡 협조가 되지 않거나 의식이 명료하지 않는 환자에서는 적절한 조직을 얻는 것이 어려울 수 있다. 특히, 크기가 작은 병변에서 검사 도중 기흉이 발생하였을 경우에는 병변의 추적과 바늘 위치 조정이 어려워 검사가 실패할 수 있다. 호흡에 따른 움직임이 큰 하엽에 위치한 병변의 경우 이러한 상황에서 단점으로 부각되므로 기흉 발생의 고위험군인 하엽에 위치한 병변의 경우 실시간 추적이 가능한 유도방법을 사용하는 경흉부 바늘생검이나 기관지내시경을 이용한 경기관지 폐생검을 우선해서 고려해볼 수 있다[5].

실시간 유도방법에는 CT투시 유도방법(computed tomography fluoroscopy guidance), 콘빔CT (cone beam computed tomography) 유도방법, 초음파 유도방법이 있다. CT투시 유도방법은 1990년대 도입되었으며, 생검 바늘의 위치를 실시간으로 확인하면서 표적 병변에 접근할 수 있기 때문에 호흡에 따른 움직임이 큰 위치나 호흡 조절이 잘 안 되는 환자에서도 시행이 가능하다. 전향적 임상시험에서는 고식적인 CT 유도방법에 비해 시술시간과 흉막 천자 횟수에서 의미 있는 감소를 보였다. 하지만 진단 정확도의 차이는 없었다[12]. 또한, CT투시 유도방법은 검사 중 시술자가 방사선에 노출되며 CT 장치의 갱트리(gantry)의 공간적인 제약으로 인해 환자의 자세나 병변의 위치, 조직검사 바늘의 진입 지점에 따라 검사가 어려울 수 있다.

콘빔CT는 가장 최근에 도입된 유도방법으로 콘빔 X선 영상시스템을 이용하여 3차원 영상을 획득하는 동시에 형광투시(fluoroscopy) 영상을 이용하여 실시간으로 병변을 확인할 수 있다. 또한, 전용 소프트웨어를 이용하면 투시영상에서 직접 관찰되지 않는 간유리음영 결절(ground glass opacity nodule)이나 작은 결절을 표시하는 가상의 영상(integrated virtual guidance image on fluoroscopic view, Bull's eye view)을 유도에 사용할 수 있다[14]. 그러나 이러한 영상을 이용하더라도 형광투시영상의 한계로 인하여 형광 투시에서 직접 관찰되지 않는 병변의 진단 정확도는 관찰되는 병변에 비해 낮다(76.7% 대 89.1%,  $P=0.042$ ) [15]. 이러한 병변들

**Table 1.** Complications of transthoracic needle biopsy

Complications	Incidence (%)
Pneumothorax	20
Hemorrhage (hemoptysis)	11
Delayed pneumothorax	1.4-4.5
Air embolism	0.02-1.8
Tumor seeding	0.12-0.061

**Table 2.** Risk factors for pneumothorax and hemorrhage (hemoptysis)

Complications	Variable
Pneumothorax	Small lesion, $\leq 2$ cm
	Presence of emphysema, emphysema %
	Core needle biopsy
	Needle path length
	Lesion depth of 0.1-2 cm
	Lower lobes
	Repeated pleural puncture
Hemorrhage and hemoptysis	Small lesion, $\leq 2$ cm
	Presence of emphysema
	Core needle biopsy
	Lesion depth $\geq 2.1$ cm, $> 3$ cm
	mPAD/AAD ratio $> 1$
	Bronchus sign

mPAD, main pulmonary artery diameter; AAD, ascending aorta diameter.

에서는 오히려 실시간으로 CT 영상을 얻을 수 있는 CT투시 유도방법이 유리할 가능성이 있다[15,16]. CT투시와 콘빔 CT 유도방법을 비교한 후향적인 분석 연구에서 각각의 진단 정확도는 94%, 96%로 의미 있는 차이가 없었다( $P=0.330$ ) [17]. 형광 투시에서 관찰되지 않는 간유리 음영 결절이나 작은 크기의 결절의 조직검사에 어떠한 유도방법이 더 우수한지는 추가적인 연구가 필요하다.

## 2. 초음파 유도방법

초음파유도 경흉부 바늘생검은 흉막과 붙어 있어 초음파로 관찰되는 폐병변에서 사용해 볼 수 있다. 초음파유도 생검의 진단 정확도와 악성병변에 대한 민감도(sensitivity for malignancy)는 각각 88.7%, 91.5%로 보고되었으며, 가장 흔한 합병증인 기흉은 4.4%로, 기타 유도방법의 20%에 비해 우월했다[10,18]. 초음파의 특성 상 흉벽과 병변 사이에 공기가 포함되어 있는 폐실질이 있으면 이용이 불가능한 단점이 있으나 병변과 조직검사 바늘을 실시간으로 관찰할 수

있으며, 환자와 검사자에 방사선 노출이 없는 장점이 있다. 또한, 검사 직후 초음파를 이용하여 기흉, 혈흉과 같은 합병증 발생 여부를 확인할 수 있다[19].

## 3. 조직검사 바늘

세침흡인검사(fine needle aspiration)는 세포병리검사 검체를 얻는 반면에 중심부바늘생검(core needle biopsy)은 직경이 더 큰 조직검사 바늘의 절단면을 이용하여 조직의 형태가 보존되어 있는 조직병리검사 검체를 얻게 된다[2,3]. 중심부바늘생검은 세침흡인검사에 비해 진단 정확도(93%), 민감도(89%) 및 특이도(97%)가 약간 더 높은 것으로 보고되었다[20]. 하지만 rapid on-site evaluation을 이용하면 진단 정확도에 차이가 없다[20]. 다만, 유전자검사(molecular test)에 이용할 경우에는 중심부바늘생검으로 얻는 formalin-fixed paraffin-embedded 조직이 더 적합한 것으로 나타났다[21]. 또한, 괴사성 육아종(necrotizing granulomas)과 같은 특정 병리학적 소견의 확인이 필요한 양성 병변이나 림프종과 같이 명확한 진단 및 아형 분류를 위해 구조의 확인이 필요한 악성 병변에서는 중심부바늘생검이 선호된다[22,23].

중심부바늘생검은 단일바늘 방법(single needle technique)이나 이중구조 유도바늘 방법(coaxial needle technique)을 이용할 수 있는데, 이중구조 유도바늘 방법은 이중구조 유도바늘을 병변까지 삽입 후 속이 빈 외피(outer sheath)를 거치한 상태로 반복하여 조직병리검사 검체를 얻는 방법이다[24]. 반면에 단일바늘 방법은 조직을 얻을 때마다 반복적으로 흉벽과 흉막을 천자해야 한다. 최근 발표된 후향적 분석에 따르면 병변의 크기가 1.5 cm 미만이고 바늘의 통과 길이(needle path length)가 4 cm 이상인 경우 이중구조 유도바늘 방법이 더 높은 진단적정확도(95.5% 대 72.7%,  $P=0.023$ )와 낮은 기흉 발생률을 보여주었다[25].

## 합병증

### 1. 기흉

경흉부 바늘생검의 합병증에는 기흉, 출혈(객혈), 지연성

기흉, 공기 색전증, 종양 파종(tumor seeding) 등이 있다(Table 1) [26–28].

그 중 기흉은 경흉부 바늘생검의 가장 흔한 합병증으로 발생률은 약 20%이다[10]. 기흉의 위험인자는 2 cm 이하의 작은 병변, 폐기종의 존재, 폐기종의 양, 중심부바늘생검, 바늘 삽입 깊이, 0.1–2 cm의 병변 깊이, 하엽, 반복적인 흉막 천자 등이 있다(Table 2) [26,29–31]. 합병증 발생을 줄이기 위해서는 적절한 유도방법을 선택하는 것도 중요한데, 앞부분에서 기술한 바와 같이 초음파 유도방법의 기흉 발생률은 약 4%로 보고되어 있어 흉막 접촉이 있는 병변일 경우 고려할 수 있다. 그 밖에 조직 획득 10초 이내에 천자 부위를 아래로 환자 자세를 변경하거나(rapid needle-out patient-rollover technique), 조직 획득 후 조직검사 바늘을 제거함과 동시에 자가혈액(autologous blood patch) 또는 생리식염수를 주입함으로써 기흉 발생률 및 흉관 삽입 빈도를 감소시킬 수 있다[32–38].

시술 3시간 이후에 발견된 기흉을 지연성기흉(delayed pneumothorax)이라고 하는데 최대 4.5%까지 발생률이 보고된다. 원인은 불분명하나 시술 후 바늘이 제거된 위치에 있던 혈괴(blood clot)가 탈락되면서 발생한다는 기전이 제시되었다[27]. 대부분의 국내 의료기관들은 경흉부 바늘생검을 입원 상태에서 시행하는 경우가 많아 크게 문제가 되지 않으나 외래에서 시행할 경우 응급실 방문 등 문제의 소지가 될 수 있다. 최근 소규모 전향적인 연구에서 시술 후 폐초음파가 임상적으로 의미가 있는 지연성기흉의 발생을 100% 민감도로 발견할 수 있다는 보고가 있어 당일 퇴원하는 고위험군에서 적용해볼 수 있겠다[39].

## 2. 출혈(객혈)

출혈(객혈)은 2번째로 흔한 합병증으로 발생 빈도는 약 11%로 보고되고 있다[10]. 잘 알려진 위험인자로는 2 cm 이하의 작은 병변, 폐기종의 존재, 중심부바늘생검, 병변의 깊이 2.1 cm 이상, 병변의 깊이 3 cm 초과, 주 폐동맥과 상행대동맥 직경의 비가 1 초과(main pulmonary artery diameter/ascending aorta diameter ratio >1), 열린 기관지 징후(open bronchus sign) 등이 있다(Table 2) [26,29–

31,40,41].

기관지 징후가 있을 경우 기관지내시경을 이용한 조직검사의 정확도가 상승하는 반면에 경흉부 바늘생검에서 객혈의 발생률은 증가하므로 기관지 징후 양성일 경우 가능하면 정기기관지 폐생검을 먼저 고려하는 것이 좋다[8,41].

## 결론

기관지내시경을 이용한 폐조직검사 방법들의 발전에도 불구하고 접근성과 비용 측면에서 우수한 경흉부 바늘생검은 여전히 널리 이용되고 있다. 최선의 검사 정확도를 얻기 위해서는 유도방법과 바늘의 종류 등 검사에 관련된 모든 요소들을 환자의 상태와 병변의 위치에 따라 세심하게 선택하는 것이 중요하다. 합병증을 최소화하기 위해서는 위험인자를 파악하고 고위험군일 경우 가능하면 기관지내시경을 이용한 접근을 먼저 시도해보는 것이 좋겠다.

**찾아보기말:** 폐암; 진단; 영상유도 조직검사; 조직검사; 바늘

## ORCID

Dongil Park, <https://orcid.org/0000-0001-7329-1724>

## Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

## References

1. Sung H, Ferlay J, Siegel RL, et al. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin* 2021;71:209–249.
2. Statistics Korea. 2020 Cause of death statistics. Statistics Korea; 2021.
3. National Lung Screening Trial Research Team; Aberle DR, Adams AM, et al. Reduced lung-cancer mortality with low-dose computed tomographic screening. *N Engl J Med* 2011;365:395–409.
4. Sainz Zuñiga PV, Vakil E, Molina S, Bassett RL Jr, Ost DE.



Sensitivity of radial endobronchial ultrasound-guided bronchoscopy for lung cancer in patients with peripheral pulmonary lesions: an updated meta-analysis. *Chest* 2020;157:994-1011.

5. Radke JR, Conway WA, Eyler WR, Kvale PA. Diagnostic accuracy in peripheral lung lesions: factors predicting success with flexible fiberoptic bronchoscopy. *Chest* 1979;76:176-179.
6. Ali MS, Trick W, Mba BI, Mohanany D, Sethi J, Musani AI. Radial endobronchial ultrasound for the diagnosis of peripheral pulmonary lesions: a systematic review and meta-analysis. *Respirology* 2017;22:443-453.
7. Folch EE, Labarca G, Ospina-Delgado D, et al. Sensitivity and safety of electromagnetic navigation bronchoscopy for lung cancer diagnosis: systematic review and meta-analysis. *Chest* 2020;158:1753-1769.
8. Minezawa T, Okamura T, Yatsuya H, et al. Bronchus sign on thin-section computed tomography is a powerful predictive factor for successful transbronchial biopsy using endobronchial ultrasound with a guide sheath for small peripheral lung lesions: a retrospective observational study. *BMC Med Imaging* 2015;15:21.
9. Callister ME, Baldwin DR, Akram AR, et al. British Thoracic Society guidelines for the investigation and management of pulmonary nodules. *Thorax* 2015;70 Suppl 2:ii1-ii54.
10. DiBardino DM, Yarmus LB, Semaan RW. Transthoracic needle biopsy of the lung. *J Thorac Dis* 2015;7(Suppl 4): S304-S316.
11. Loh SE, Wu DD, Venkatesh SK, et al. CT-guided thoracic biopsy: evaluating diagnostic yield and complications. *Ann Acad Med Singap* 2013;42:285-290.
12. Kim GR, Hur J, Lee SM, et al. CT fluoroscopy-guided lung biopsy versus conventional CT-guided lung biopsy: a prospective controlled study to assess radiation doses and diagnostic performance. *Eur Radiol* 2011;21:232-239.
13. Jeon MC, Kim JO, Jung SS, et al. CT-guided percutaneous transthoracic needle biopsy using the additional laser guidance system by a pulmonologist with 2 years of experience in CT-guided percutaneous transthoracic needle biopsy. *Tuberc Respir Dis (Seoul)* 2018;81:330-338.
14. Fior D, Vacirca F, Leni D, et al. Virtual guidance of percutaneous transthoracic needle biopsy with C-arm cone-beam CT: diagnostic accuracy, risk factors and effective radiation dose. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2019;42:712-719.
15. Hwang EJ, Kim H, Park CM, Yoon SH, Lim HJ, Goo JM. Cone beam computed tomography virtual navigation-guided transthoracic biopsy of small ( $\leq 1$  cm) pulmonary nodules: impact of nodule visibility during real-time fluoroscopy. *Br J Radiol* 2018;91:20170805.
16. Lee SM, Park CM, Lee KH, Bahn YE, Kim JI, Goo JM. C-arm cone-beam CT-guided percutaneous transthoracic needle biopsy of lung nodules: clinical experience in 1108 patients. *Radiology* 2014;271:291-300.
17. Rotolo N, Floridi C, Imperatori A, et al. Comparison of cone-beam CT-guided and CT fluoroscopy-guided transthoracic needle biopsy of lung nodules. *Eur Radiol* 2016;26:381-389.
18. Lee MH, Lubner MG, Hinshaw JL, Pickhardt PJ. Ultrasound guidance versus CT guidance for peripheral lung biopsy: performance according to lesion size and pleural contact. *AJR Am J Roentgenol* 2018;210:W110-W117.
19. Lichtenstein DA. Lung ultrasound (in the critically ill) superior to CT: the example of lung sliding. *Korean J Crit Care Med* 2017;32:1-8.
20. Anzidei M, Porfiri A, Andrani F, et al. Imaging-guided chest biopsies: techniques and clinical results. *Insights Imaging* 2017;8:419-428.
21. Schneider F, Smith MA, Lane MC, Pantanowitz L, Dacic S, Ohori NP. Adequacy of core needle biopsy specimens and fine-needle aspirates for molecular testing of lung adenocarcinomas. *Am J Clin Pathol* 2015;143:193-200.
22. Cham M, Henschke C, Yankelevitz D. Biopsy procedures of the lung, mediastinum, and chest wall. In: Kandarpa K, Machan L, editors. *Handbook of interventional radiologic procedures* 4th ed. Lippincott Williams & Wilkins; 2011. p. 478-485.
23. Sklair-Levy M, Polliack A, Shaham D, et al. CT-guided core-needle biopsy in the diagnosis of mediastinal lymphoma. *Eur Radiol* 2000;10:714-718.
24. Yankelevitz DF, Vazquez M, Henschke CI. Special techniques in transthoracic needle biopsy of pulmonary nodules. *Radiol Clin North Am* 2000;38:267-279.
25. Zhang L, Shi L, Xiao Z, Qiu H, Peng P, Zhang M. Coaxial technique-promoted diagnostic accuracy of CT-guided percutaneous cutting needle biopsy for small and deep lung lesions. *PLoS One* 2018;13:e0192920.
26. Dennie CJ, Matzinger FR, Marriner JR, Maziak DE. Transthoracic needle biopsy of the lung: results of early discharge in 506 outpatients. *Radiology* 2001;219:247-251.
27. Choi CM, Um SW, Yoo CG, et al. Incidence and risk factors of delayed pneumothorax after transthoracic needle biopsy of the lung. *Chest* 2004;126:1516-1521.
28. Bae K, Ha JY, Jeon KN. Pneumothorax after CT-guided transthoracic lung biopsy: a comparison between immediate and delayed occurrence. *PLoS One* 2020;15:e0238107.
29. Heerink WJ, de Bock GH, de Jonge GJ, Groen HJ, Vliegthart R, Oudkerk M. Complication rates of CT-guided transthoracic lung biopsy: meta-analysis. *Eur Radiol* 2017;27:138-148.
30. Chami HA, Faraj W, Yehia ZA, et al. Predictors of pneumothorax after CT-guided transthoracic needle lung biopsy: the role of quantitative CT. *Clin Radiol* 2015;70:1382-1387.
31. Yeow KM, Su IH, Pan KT, et al. Risk factors of pneumothorax and bleeding: multivariate analysis of 660 CT-guided coaxial cutting needle lung biopsies. *Chest* 2004;126:748-754.
32. O'Neill AC, McCarthy C, Ridge CA, et al. Rapid needle-out patient-rollover time after percutaneous CT-guided transthoracic biopsy of lung nodules: effect on pneumothorax rate. *Radiology* 2012;262:314-319.
33. Kim JI, Park CM, Lee SM, Goo JM. Rapid needle-out patient-

- rollover approach after cone beam CT-guided lung biopsy: effect on pneumothorax rate in 1,191 consecutive patients. *Eur Radiol* 2015;25:1845-1853.
34. Maybody M, Muallem N, Brown KT, et al. Autologous blood patch injection versus hydrogel plug in CT-guided lung biopsy: a prospective randomized trial. *Radiology* 2019;290:547-554.
  35. Zaetta JM, Licht MO, Fisher JS, Avelar RL; Bio-Seal Study Group. A lung biopsy tract plug for reduction of postbiopsy pneumothorax and other complications: results of a prospective, multicenter, randomized, controlled clinical study. *J Vasc Interv Radiol* 2010;21:1235-1243.
  36. Malone LJ, Stanfill RM, Wang H, Fahey KM, Bertino RE. Effect of intraparenchymal blood patch on rates of pneumothorax and pneumothorax requiring chest tube placement after percutaneous lung biopsy. *AJR Am J Roentgenol* 2013;200:1238-1243.
  37. Babu SB, Srinivasan S, Chung R, Chawla A, Tan HK, Lohan R. Tract sealing with normal saline after percutaneous transthoracic lung biopsies. *J Med Imaging Radiat Oncol* 2020;64:211-214.
  38. Khorochkov E, Garvin GJ, Potoczny S, Kozak RI. Injection of saline into the biopsy tract and rapid patient rollover decreases pneumothorax size following computed tomography-guided transthoracic needle biopsy. *Can Assoc Radiol J* 2018;69:489-492.
  39. Koh JS, Chung C, Kim JO, et al. Early detection of delayed pneumothorax using lung ultrasound after transthoracic needle lung biopsy: a prospective pilot study. *Clin Respir J* 2022;16:413-419.
  40. Zhu J, Qu Y, Wang X, et al. Risk factors associated with pulmonary hemorrhage and hemoptysis following percutaneous CT-guided transthoracic lung core needle biopsy: a retrospective study of 1,090 cases. *Quant Imaging Med Surg* 2020;10:1008-1020.
  41. Kim H, Park CM, Yoon SH, et al. Open bronchus sign on CT: a risk factor for hemoptysis after percutaneous transthoracic biopsy. *Korean J Radiol* 2018;19:880-887.

### Peer Reviewers' Commentary

이 논문은 폐암 진단에 있어 전통적으로 널리 이용되고 있는 비수술적 조직검사 방법인 경흉부 바늘생검에 대해 최신 문헌을 토대로 정리한 논문이다. 최근 고령화와 함께 국가 폐암 검진사업의 도입에 따라, 폐암의 발생률이 꾸준히 증가하고 있으며, 주로 중심부보다는 말초 폐 부위에서 더 많은 폐암과 폐결절이 진단되고 있다. 이러한 상황에서 경흉부 바늘생검은 말초 부위 폐병변과 폐암을 진단하기 위한 매우 중요한 진단 기법이다. 특히 이 논문에서는 경흉부 바늘생검의 시행 방법과 그에 따른 진단율, 발생 가능한 합병증에 대하여 자세하고 체계적으로 설명하고 있어, 폐암을 진료하는 임상 현장에 많은 도움이 될 것으로 판단된다.

[정리: 편집위원회]