

# 말초 폐병변의 진단: 방사탐색자 기관지내 초음파를 이용한 기관지경유 폐생검

엄 중 섭<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>부산대학교 의과대학 부산대학교병원 호흡기알레르기내과

<sup>2</sup>부산대학교병원 의생명연구원

## The diagnosis of peripheral lung lesions: transbronchial biopsy using a radial probe endobronchial ultrasound

Jung Seop Eom, MD<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Division of Pulmonary, Allergy, and Critical Care Medicine, Department of Internal Medicine, Pusan National University Hospital, Pusan National University School of Medicine, Busan, Korea

<sup>2</sup>Biomedical Research Institute, Pusan National University Hospital, Busan, Korea

**Background:** Radial probe endobronchial ultrasound (RP-EBUS) has been used in the diagnosis of peripheral lung lesions (PLLs). We reviewed the traditional modality of transbronchial biopsy using RP-EBUS as well as recent developments in improving the diagnostic yield.

**Current Concepts:** Until now, the forceps biopsy of PLLs has played a key role in acquiring tissue samples during the RP-EBUS procedures. Forceps biopsy is a safe and minimally invasive procedure; however, its diagnostic yield was reported to be around 70%, which is significantly lower than that of percutaneous needle aspiration or biopsy. So far, various studies have been conducted to improve the diagnostic yield of the RP-EBUS procedure. The combination of novel navigation systems, such as virtual or electromagnetic navigation bronchoscopies, for locating PLLs in the complex bronchial tree has increased the diagnostic yield of the RP-EBUS procedure. Moreover, newly developed ancillary devices, such as the PeriView FLEX needle or cryobiopsy, as well as traditional modalities such as the guide sheath and brushing cytology, can improve the outcomes of the RP-EBUS procedures. Concerning the bronchoscope size, it has been confirmed that a 3 mm-diameter ultrathin bronchoscope has a higher diagnostic yield than a 4 mm-diameter thin bronchoscope.

**Discussion and Conclusion:** RP-EBUS is a safe and useful method to diagnose PLLs. When traditional and novel modalities are appropriately combined, the diagnostic yield can be increased.

**Key Words:** Bronchoscopy; Pulmonary nodule; Diagnosis; Needle biopsy

Received: January 28, 2023 Accepted: February 21, 2023

Corresponding author: Jung Seop Eom  
E-mail: ejspulm@pusan.ac.kr

© 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.

### 서론

방사탐색자 기관지내 초음파(radial probe endobronchial ultrasound, RP-EBUS)는 기관지내시경 채널에 삽입하는 케이블 형태의 초음파로 말단부 직경이 1.4 mm로 제작되어 흉막 근처까지 삽입이 가능한 기관지내시경 장비이다



Figure 1. Radial probe endobronchial ultrasound. Illustrated by the author.

(Figure 1) [1]. 수십 년 전부터 RP-EBUS는 말초 폐병변의 진단에 사용되어왔고, 현재도 겸자(forceps), 브러쉬를 이용한 세포검사(brushing cytology)와 같은 다양한 보조장비와 함께 말초 폐병변 진단에 사용되고 있다[2]. 피부경유 바늘흡인법(percutaneous needle aspiration)과 비교하여 RP-EBUS 시술의 장점은 기흉과 같은 합병증이 현저히 낮다고 알려져 있으나, 진단율이 메타분석에서 70% 내외로 보고되어 피부경유 바늘흡인법보다 떨어진다는 점이 그 한계로 여겨진다[3]. 이 논문에서는 RP-EBUS의 진단에 사용되는 전통적인 방법들과 최근 보고된 진단율을 증가시킬 수 있는 방법들을 종합하여 정리하였다.

## 가상기관지내시경 네비게이션

RP-EBUS는 폐병변을 탐지를 하는 기관지내시경 장비로 우선 미로처럼 복잡한 기관지에서 폐병변이 위치하는 기관지 경로를 확인하여 RP-EBUS를 삽입해야 폐병변을 탐지할 수 있다. 초기의 RP-EBUS를 이용한 시술과 연구에서는 Kurimoto와 Morita [4]가 개발한 bronchial branch tracing 기법을 이용하여 시술자가 컴퓨터단층촬영(computed tomography, CT) 분석을 통하여 예상경로를 도식화하여 RP-EBUS가 삽입되어야 할 말초기관지를 찾았다. 하지만 bronchial branch tracing 기법은 일정기간의 숙련과 시행착오를 경험해야 한다는 점과 숙련자가 없는 병원에서는 초심자가 시작하기가 어렵다는 단점이 있다. 이러한 단점을

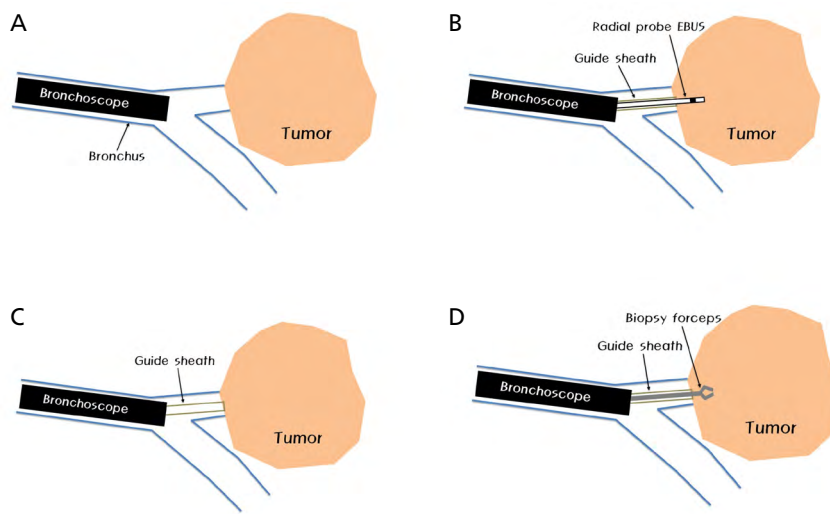
보완하기 위하여 초기에 Asano 등[5]에서 가상기관지내시경 네비게이션(virtual bronchoscopy navigation, VBN)과 RP-EBUS를 함께 활용하였을 때 진단율이 증가한다는 초기 보고를 하였다. 이후 Ishida 등[6]의 연구에서 VBN 사용 유무에 대하여 무작위대조시험을 시행하였고, VBN을 사용 시 진단율이 증가한다는 결과를 확인하였다(80% 대 67%,  $P=0.032$ ). 현재도 전 세계의 많은 기관에서 다양한 기종의 VBN을 RP-EBUS와 함께 사용하여 효과적으로 말초 폐병변을 진단하고 있다[7,8].

## 전자기 유도 기관지경

전자기 유도 기관지경(electromagnetic navigation bronchoscopy, ENB)은 흉곽 주변으로 자기장을 형성시켜 3차원 입체화면에서 알려주는 경로로 내시경 도구를 진입시켜서 말초 폐병변까지 도달하게 해주는 장비이다[9,10]. ENB 장비 단독으로 사용되는 게 일반적이지만 RP-EBUS의 정확한 폐병변 탐지능력과 결합 시 진단율의 상승효과를 기대해볼 수 있다[11]. 2007년도에 Eberhardt 등[12]은 전향적 무작위대조시험에서 RP-EBUS를 이용한 시술, ENB를 이용한 시술, RP-EBUS와 ENB를 함께 이용한 시술의 진단율에 대하여 비교하였다. 그 결과 RP-EBUS와 ENB를 함께 이용한 시술에서 진단율이 88%로 확인되어, RP-EBUS를 이용한 시술의 진단율 69%와 ENB를 이용한 시술의 진단율 59%보다 높은 결과를 보고하였다( $P=0.02$ ). 하지만 RP-EBUS 시술과 ENB 시술의 장비, 소모품 사용 비용이 동시에 발생하여 환자와 병원이 높은 비용을 감당할 수 있는냐의 문제(affordability)가 제기된다.

## 겸자생검과 유도집

겸자생검(forceps biopsy)은 RP-EBUS를 이용한 가장 기본적인 조직채취 방법으로 유도집(guide sheath)을 이용하여 반복적이면서 안정적인 겸자생검을 할 수 있다[1,13].



**Figure 2.** Technique of endobronchial ultrasound using a guide sheath. (A) Insert the bronchoscope as close to the tumor as possible. (B) Insertion radial probe endobronchial ultrasound (EBUS) covered with the guide sheath through the bronchoscope channel. (C) After identification of the target lesion, the guide sheath is left and the radial probe EBUS is removed. (D) Conducting biopsy by inserting biopsy forceps with a size of 1.5 mm through the guide sheath. Illustrated by the author.

유도집은 1.95 mm의 외부직경으로 개발되어 1.4 mm의 RP-EBUS를 삽입할 수 있다. 유도집은 Figure 2에서 보여주는 대로 말초 폐병변 확인 직후에 RP-EBUS는 제거하고 유도집의 원위부 말단을 폐병변 바로 앞에 위치시켜 생검검자가 폐병변으로 정확하게 들어가도록 보조하는 유용한 도구이다. 이렇게 유도집에 결합된 1.4 mm의 RP-EBUS를 기관지내시경 채널로 삽입하여 말초 폐병변이 위치하는 기관지로 진입시켜 폐병변을 찾는 기술을 전통적으로 EBUS using a guide sheath (EBUS-GS)로 부르며, 기관지내시경으로 말초 폐병변을 조직검사하는 기술의 근간이 되어왔다[14-17].

하지만 유도집을 이용한 EBUS-GS 기술에도 몇 가지 단점이 제기되어 왔다. 첫 번째로 유도집이 기술 중에 꺾이는 현상이 있다. 이러한 현상은 기관지내시경 말단부 장축(long axis)과 유도집의 장축이 일치하지 않아서 발생하므로, 가능한 기관지내시경 말단부와 유도집 말단부의 거리를 가능한 짧게 만들어 두 개의 장축을 일치시켜주는 것으로 예방이 가능하다[2]. 즉, 기관지내시경을 가능한 말초 폐병변 가까이 진입하는 과정이 중요하겠다. 두 번째는 유도집을 통하여 삽입될 수 있는 생검검자의 크기가 작다는 점이다. 일반적인 기관지 내 병변(endobronchial lesion) 조직검사에 이용되는

검자는 크기가 1.9 mm 내외로, 유도집 내부로는 삽입이 될 수 없다. EBUS-GS 술기를 위하여는 1.5 mm 크기의 생검검자를 사용해야 하는데, 1.9 mm의 검자와 비교 시 채취되는 조직량이 작다는 한계가 있다. 이러한 한계를 극복하기 위하여 EBUS-GS 후에 유도집을 제거하고 1.9 mm 검자생검으로 추가적인 조직검사를 하였을 때 진단율을 15% 상승시킬 수 있다는 보고가 있다[18].

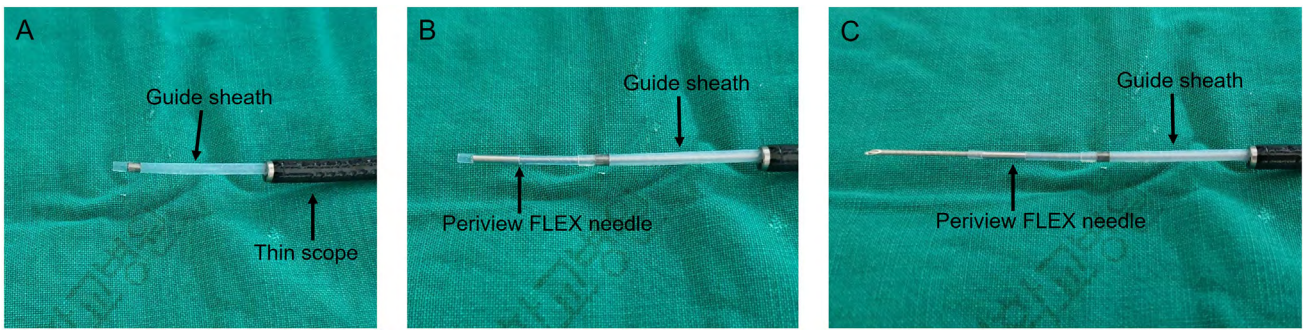
## 브러쉬를 이용한 세포검사

EBUS-GS 초기 단계에서부터 검자생검과 동시에 브러쉬를 이용한 세포검사가 함께 사용되었다. 일반적으로 브러쉬를 이용한 세포검사의 진단율은 검자생검보다 낮으며, RP-EBUS의 초음파 소견이 ‘병변 내 위치 (within the lesion)’로 확인 시 검자생검에 더하여 추가적인 진단율 증가는 없는 것으로 보고된다. 하지만 RP-EBUS의 초음파 소견이 ‘병변 옆 위치(adjacent to the lesion)’로 확인 시에 7%의 검자생검 진단율과 비교하여 브러쉬를 이용한 세포검사의 진단율은 37%로 진단율 증가에 기여하는 것으로 확인되었다[1]. 따라서 브러쉬를 이용한 세포검사는 기관지내시경 기술 중 RP-EBUS의 초음파 소견에 따라서 추가적으로 사용할지를 결정하는 것이 바람직하겠다.

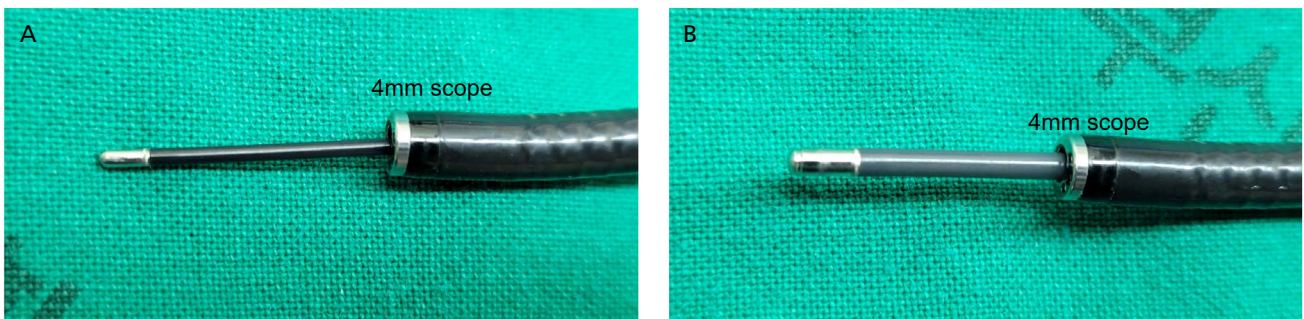
## 바늘흡인법

전통적으로 RP-EBUS를 이용한 기관지내시경 기술은 유도집을 통하여 검자생검과 브러쉬로 조직검체를 채취하였으나 유도집을 통하여 삽입 가능한 PeriView FLEX needle (NA-403D-2021; Olympus)이 개발되어 바늘흡인법(needle technique)으로 검체 채취가 가능하게 되었다 (Figure 3) [19]. Naso 등[20]에서 111명의 환자에서 검자생





**Figure 3.** Needle technique. (A) A guide sheath inserted through the channel of 4-mm bronchoscope. (B) PeriView FLEX needle in the guide sheath. (C) Needle introduction of PeriView FLEX needle. Illustrated by the author.



**Figure 4.** Recently developed cryoprobe for the diagnosis of peripheral lung lesions. (A) 1.1 mm disposable cryoprobe. (B) 1.7 mm disposable cryoprobe. Illustrated by the author.

검 이후 추가적인 바늘흡인법의 진단율 상승에 관한 연구를 시행하였다. 연구결과에서 전체 환자의 진단율 상승은 6.3% 정도로 확인되었고, 92명의 악성종양에서는 4명(4.3%)에서 추가적인 진단율을 확인하였다. 현재까지는 어떤 환자에서 바늘흡인법이 추가적인 진단율을 나타내는가에 관한 연구는 없으나, 일반적으로 진단율이 낮은 RP-EBUS의 초음파 소견이 ‘병변 옆 위치(adjacent to the lesion)’로 확인이 될 때 도움이 될 것으로 예상된다.

## 냉동생검

기관지내시경으로 시행되는 냉동생검(cryobiopsy)은 주로 사이질폐질환의 진단을 위한 기관지경유 폐생검 방법으로 사용되기 시작했다[21]. 사이질폐질환의 진단 외에도 냉동생검이 말초 폐 결절 환자에서 RP-EBUS의 진단율 상승에 기여할 것이라는 몇몇의 연구가 이어졌고[22], 2021년에 Matsumoto 등[23]에서 257명의 환자의 후향적 분석

을 통하여 기존의 겸자생검에 기관지경유 냉동생검을 추가하였을 때 진단율이 81.3%에서 89.9%로 증가한다는 결과를 보고하였다. 즉, 냉동생검의 진단적 이득은 8.6%로 확인이 되었고, 특히 RP-EBUS의 초음파 소견이 ‘병변 옆 위치(adjacent to the lesion)’로 확인 시에 냉동생검이 진단율 상승에 기여를 하는 것으로 확인이 되었다(겸자생검의 진단율, 69.4% 대 냉동생검을 추가하였을 때의 진단율, 84.3%). Matsumoto 등[23]의 연구에서 사용된 1.9 mm 직경의 냉동 탐색자(probe)는 멸균소독으로 반영구적인 사용이 가능하다는 장점이 있으나 탐색자의 유연성이 떨어져서 폐상엽과 같이 기관지내시경의 진입각도가 큰 경우에는 삽입이 어렵다는 단점이 있다. Matsumoto 등[23]의 연구에서도 상엽(right upper lobe+left upper division)에 위치한 병변이 상엽이 아닌 부위에 위치한 병변에 비하여 진단율이 현저하게 떨어진다고 보고하였다.

최근 1.1 mm, 1.7 mm 직경의 냉동 탐색자가 개발되면서 말초 폐병변의 조직검사를 위한 냉동생검 기법에 관한 연구가 활발하게 진행되었다(Figure 4) [24,25]. 특히, 1.1 mm

직경의 냉동 탐색자는 유연성이 개선되어 상엽까지 진입하는 데 특별한 문제가 없으며, 최근 많은 연구에서 진단율 상승을 보고하였다[26]. 실제 시술 시에는 유도집을 통하여 삽입이 가능하고 3 mm 직경의 초미세기관지내시경을 통하여도 삽입이 가능하다[27]. 최근 발표된 Kim 등[28]의 연구에서는 3 cm 이하의 병변에서 겸자생검 후 기관지경유 냉동생검을 시행한 110명의 환자에 대하여 발표하였다. 연구결과에서 겸자생검의 진단율은 61%로 확인이 되었고, 기관지경유 냉동생검을 통하여 18%의 진단율 상승효과를 보고하였다. 특히 다변량분석에서 22 mm 이하의 병변에서 기관지경유 냉동생검이 전체적인 진단율을 의미 있게 상승시킨다는 결과를 보고하였다(교차비, 3.51; 95% 신뢰구간, 1.043–11.775;  $P=0.042$ ).

## 초미세기관지내시경

초미세기관지내시경(ultrathin bronchoscope)은 4 mm 미만 또는 3.5 mm 이하의 직경을 가지는 기관지내시경으로 기존의 4 mm 또는 4.2 mm 직경의 세기관지내시경과 비교 시 하나 또는 두 개의 추가적인 기관지 분지로 진입이 가능하다고 알려져 있다[29]. 기존의 초미세기관지내시경은 기관지내시경 채널로 RP-EBUS를 삽입할 수 없었으나, 2015 년도에 Oki 등[30]에서 RP-EBUS가 삽입 가능한 3 mm 직경의 초미세기관지내시경의 유용성에 관한 전향적 무작위대조시험을 발표하였다. 총 310명의 환자가 등록되었고, 초미세기관지내시경과 RP-EBUS를 사용하는 시험군에 150명, EBUS-GS 시술을 받는 대조군에 155명이 할당되었다. 그 결과 시험군의 진단율은 74%로 확인되어 대조군의 59%보다 의미 있게 높은 진단율을 확인하였다( $P=0.044$ ).

이러한 초미세기관지내시경을 이용한 시술은 크게 두 가지 형태로 나눌 수 있다. 첫 번째는 4 mm 또는 4.2 mm 직경의 세기관지내시경과 유도집을 이용하여 RP-EBUS를 삽입하였으나 말초 폐병변을 찾지 못하는 경우에 초미세기관지내시경을 사용하는 방법이다[31]. 두 번째로 처음부터 초미세기관지내시경을 이용하여 말초 폐병변의 조직검사를 하

는 시술 형태이다. 이 경우에는 세기관지내시경과 초미세기관지내시경의 반복적인 사용을 하지 않는다는 점에서 간편하다는 장점이 있으며, 많은 기관에서 유도집의 사용을 안하는 대신에 투시장비(fluoroscopy)의 도움을 받는 경우가 많다[32,33].

## 발전방향

냉동생검, 초미세기관지내시경 등의 새로운 기법들이 도입이 되었으나 여전히 기관지내시경을 이용한 말초 폐병변의 조직검사의 진단율은 90%를 넘지 못한다[3,28,30,34]. 이러한 한계를 극복하기 위하여 로봇 기관지내시경, cone beam CT, bronchoscopic trans-parenchymal nodule access 방법들이 소개가 되고 있다[35–39]. 하지만 이러한 최신 기술들은 대부분의 경우에 전신마취가 필요하고, 고가의 장비가격과 고가의 소모품을 사용하는 문제로 많은 환자들에게 적용되기가 어렵겠다.

## 결론

RP-EBUS는 20여 년 전부터 말초 폐병변의 탐지에 이용이 되어 왔으며, 기존의 겸자생검으로는 70% 정도의 진단율을 보고하였다. RP-EBUS와 더불어 VBN, ENB, 바늘흡인법, 냉동생검, 초미세기관지내시경 기법과 함께 시술 시 진단율 상승을 기대할 수 있을 것이다.

**찾아보기말:** 기관지내시경; 폐결절; 진단; 바늘생검

## ORCID

Jung Seop Eom, <https://orcid.org/0000-0002-0832-1314>

## Conflict of Interest

Jung Seop Eom received speaker fees from Olympus and Erbe

Corporations as an invited speaker at academic medical meetings.

## References

- Kurimoto N, Miyazawa T, Okimasa S, et al. Endobronchial ultrasonography using a guide sheath increases the ability to diagnose peripheral pulmonary lesions endoscopically. *Chest* 2004;126:959-965.
- Eom JS, Mok JH, Kim I, et al. Radial probe endobronchial ultrasound using a guide sheath for peripheral lung lesions in beginners. *BMC Pulm Med* 2018;18:137.
- 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.
- Kurimoto N, Morita K. *Bronchial branch tracing*. 1st ed. Springer Singapore; 2020.
- Asano F, Shinagawa N, Ishida T, et al. Virtual bronchoscopic navigation improves the diagnostic yield of radial-endobronchial ultrasound for peripheral pulmonary lesions with involved bronchi on CT. *Intern Med* 2015;54:1021-1025.
- Ishida T, Asano F, Yamazaki K, et al. Virtual bronchoscopic navigation combined with endobronchial ultrasound to diagnose small peripheral pulmonary lesions: a randomised trial. *Thorax* 2011;66:1072-1077.
- Eberhardt R, Kahn N, Gompelmann D, Schumann M, Heussel CP, Herth FJ. LungPoint: a new approach to peripheral lesions. *J Thorac Oncol* 2010;5:1559-1563.
- Kim I, Lee G, Eom JS, Ahn HY, Kim A. Feasibility of low dose chest CT for virtual bronchoscopy navigation in a porcine model. *Respir Res* 2019;20:142.
- Folch EE, Pritchett MA, Nead MA, et al. Electromagnetic navigation bronchoscopy for peripheral pulmonary lesions: one-year results of the prospective, multicenter NAVIGATE Study. *J Thorac Oncol* 2019;14:445-458.
- Leong S, Ju H, Marshall H, et al. Electromagnetic navigation bronchoscopy: a descriptive analysis. *J Thorac Dis* 2012;4:173-185.
- 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.
- Eberhardt R, Anantham D, Ernst A, Feller-Kopman D, Herth F. Multimodality bronchoscopic diagnosis of peripheral lung lesions: a randomized controlled trial. *Am J Respir Crit Care Med* 2007;176:36-41.
- Yamada N, Yamazaki K, Kurimoto N, et al. Factors related to diagnostic yield of transbronchial biopsy using endobronchial ultrasonography with a guide sheath in small peripheral pulmonary lesions. *Chest* 2007;132:603-608.
- Hayama M, Okamoto N, Suzuki H, et al. Radial endobronchial ultrasound with a guide sheath for diagnosis of peripheral cavity lung lesions: a retrospective study. *BMC Pulm Med* 2016;16:76.
- Hong KS, Ahn H, Lee KH, et al. Radial probe endobronchial ultrasound using guide sheath-guided transbronchial lung biopsy in peripheral pulmonary lesions without fluoroscopy. *Tuberc Respir Dis (Seoul)* 2021;84:282-290.
- Lee J, Kim C, Seol HY, et al. Safety and diagnostic yield of radial probe endobronchial ultrasound-guided biopsy for peripheral lung lesions in patients with idiopathic pulmonary fibrosis: a multicenter cross-sectional study. *Respiration* 2022;101:401-407.
- Lee KM, Lee G, Kim A, et al. Clinical outcomes of radial probe endobronchial ultrasound using a guide sheath for diagnosis of peripheral lung lesions in patients with pulmonary emphysema. *Respir Res* 2019;20:177.
- Park S, Yoon HY, Han Y, et al. Diagnostic yield of additional conventional transbronchial lung biopsy following radial endobronchial ultrasound lung biopsy for peripheral pulmonary lesions. *Thorac Cancer* 2020;11:1639-1646.
- Sumi T, Shijubou N, Sawai T, et al. Transbronchial needle aspiration with endobronchial ultrasonography and ultrathin bronchoscopy for peripheral pulmonary lesions. *Respir Investig* 2021;59:766-771.
- Naso J, Bras J, Villamil C, et al. Cytologic features and diagnostic value of PeriView FLEX transbronchial needle aspiration targeting pulmonary nodules. *Cancer Cytopathol* 2020;128:333-340.
- Rodrigues I, Estêvão Gomes R, Coutinho LM, et al. Diagnostic yield and safety of transbronchial lung cryobiopsy and surgical lung biopsy in interstitial lung diseases: a systematic review and meta-analysis. *Eur Respir Rev* 2022;31:210280.
- Sryma PB, Mittal S, Madan NK, et al. Efficacy of Radial Endobronchial Ultrasound (R-EBUS) guided transbronchial cryobiopsy for peripheral pulmonary lesions (PPL...s): a systematic review and meta-analysis. *Pulmonology* 2023; 29:50-64.
- Matsumoto Y, Nakai T, Tanaka M, Imabayashi T, Tsuchida T, Ohe Y. Diagnostic outcomes and safety of cryobiopsy added to conventional sampling methods: an observational study. *Chest* 2021;160:1890-1901.
- Schuhmann M, Bostanci K, Bugalho A, et al. Endobronchial ultrasound-guided cryobiopsies in peripheral pulmonary lesions: a feasibility study. *Eur Respir J* 2014;43:233-239.
- Oki M, Saka H, Kogure Y, et al. Thin bronchoscopic cryobiopsy using a nasobronchial tube. *BMC Pulm Med* 2022;22:361.
- Kho SS, Chai CS, Nyanti LE, Ismail AM, Tie ST. Combination of 1.1 mm flexible cryoprobe with conventional guide sheath and therapeutic bronchoscope in biopsy of apical upper lobe solitary pulmonary nodule. *BMC Pulm Med* 2020;20:158.
- Oki M, Saka H, Kogure Y, et al. Ultrathin bronchoscopic cryobiopsy of peripheral pulmonary lesions. *Respirology* 2023;28:143-151.
- Kim SH, Mok J, Jo EJ, et al. The additive impact of transbronchial cryobiopsy using a 1.1-mm diameter cryoprobe on conventional biopsy for peripheral lung



- nodules. *Cancer Res Treat* 2022 Nov 1 [Epub]. <https://doi.org/10.4143/crt.2022.1008>
29. Kim SH, Kim J, Pak K, Eom JS. Ultrathin bronchoscopy for the diagnosis of peripheral pulmonary lesions: a meta-analysis. *Respiration* 2023;102:34-45.
  30. Oki M, Saka H, Ando M, et al. Ultrathin bronchoscopy with multimodal devices for peripheral pulmonary lesions: a randomized trial. *Am J Respir Crit Care Med* 2015;192:468-476.
  31. Nishii Y, Nakamura Y, Fujiwara K, et al. Use of ultrathin bronchoscope on a need basis improves diagnostic yield of difficult-to-approach pulmonary lesions. *Front Med (Lausanne)* 2020;7:588048.
  32. Oki M, Saka H, Asano F, et al. Use of an ultrathin vs thin bronchoscope for peripheral pulmonary lesions: a randomized trial. *Chest* 2019;156:954-964.
  33. Oki M, Saka H. Diagnostic value of ultrathin bronchoscopy in peripheral pulmonary lesions: a narrative review. *J Thorac Dis* 2020;12:7675-7682.
  34. Nadig TR, Thomas N, Nietert PJ, et al. Guided bronchoscopy for the evaluation of pulmonary lesions: an updated meta-analysis. *Chest* 2023 Jan 11 [Epub]. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2022.12.044>
  35. Setser R, Chintalapani G, Bhadra K, Casal RF. Cone beam CT imaging for bronchoscopy: a technical review. *J Thorac Dis* 2020;12:7416-7428.
  36. Piro R, Fontana M, Casalini E, et al. Cone beam CT augmented fluoroscopy allows safe and efficient diagnosis of a difficult lung nodule. *BMC Pulm Med* 2021;21:327.
  37. Murgu SD. Robotic assisted-bronchoscopy: technical tips and lessons learned from the initial experience with sampling

peripheral lung lesions. *BMC Pulm Med* 2019;19:89.

38. Low SW, Lentz RJ, Chen H, et al. Shape-sensing robotic-assisted bronchoscopy vs digital tomosynthesis-corrected electromagnetic navigation bronchoscopy: a comparative cohort study of diagnostic performance. *Chest* 2022 Oct 29 [Epub]. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2022.10.019>
39. Herth FJ, Eberhardt R, Sterman D, Silvestri GA, Hoffmann H, Shah PL. Bronchoscopic transparenchymal nodule access (BTPNA): first in human trial of a novel procedure for sampling solitary pulmonary nodules. *Thorax* 2015;70:326-332.

## Peer Reviewers' Commentary

이 논문은 영상기술의 발전에 따라 발견율이 높아지는 소형 말초 폐병변의 조직학적 진단에 있어 기관지내시경을 이용한 방법에 대해 최신 논문들을 정리하여 소개하고 있다. 소형 말초 폐병변의 빠르고 안전한 조직학적 진단은 폐암의 조기 진단에 도움이 되며, 환자의 생존율 개선이나 치료 성적에도 많은 영향을 미치게 된다. 특히, 고령화가 진행되면서 노인 환자의 증가로 말초 폐병변에 대한 수술적 진단이 제한되는 상황에서 기관지내시경을 이용한 여러 조직검사 방법의 소개는 상당히 유용하다. 이 논문은 기관지내시경을 이용한 여러 가지 생검법의 장단점을 비교해 주고 있어서 환자에게 적합한 기관지내시경 생검법을 선택하는 데 좋은 지침이 될 것으로 판단된다.

[정리: 편집위원회]