



## Insiden Pneumotoraks setelah Prosedur Intervensi Paru: Systematic Review

Syabila Andini<sup>1</sup>, Gemilang Khusnurrokhman,<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Program Pendidikan Profesi Dokter, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia.

<sup>2</sup> RSUD Provinsi Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Barat, Indonesia.

DOI: <https://doi.org/10.29303/dd3y8n39>

### Article Info

Received : 09 Maret 2026

Revised : 07 April 2026

Accepted : 15 April 2026

**Abstract:** Diagnostic management of peripheral lung lesions and diffuse lung parenchymal disease faces major challenges in balancing diagnostic accuracy with the risk of complications. Pneumothorax is the most frequently reported iatrogenic complication and can increase morbidity, the need for emergency intervention, and patient length of hospital stay. This study aims to systematically evaluate the incidence of pneumothorax and the requirement for thoracic drainage in various lung intervention methods to provide safety-focused procedural selection guidance. This systematic review was prepared following PRISMA guidelines with a comprehensive literature search on PubMed, Cochrane Library, and Frontiers databases.

Analysis revealed significant risk variation between intervention methods. CT-guided percutaneous transthoracic lung biopsy (CT-PTLB) procedures showed the highest risk, with pneumothorax rates reaching 25.9% and chest tube requirements at 6.9%. Conversely, transbronchial techniques offer a better safety profile, where conventional transbronchial lung biopsy has a pneumothorax incidence of 1-6%, r-EBUS approximately 1.4-5.0%, and transbronchial cryobiopsy between 6-10%. Risk factors such as emphysema, lesion depth >2 cm, and the use of larger needle sizes (18G) were identified as strong predictors of pneumothorax. Selection of the appropriate technique and patient positioning (biopsy-side down) are highly recommended to minimize complications while maintaining patient safety.

**Keywords:** pneumothorax, lung biopsy, CT-PTLB, transbronchial cryobiopsy, procedural safety.

**Citation:** Andini, S., & Khusnurrokhman, G. (2026). Insiden pneumotoraks setelah prosedur intervensi paru: Systematic review. *Lombok Medical Journal*, 5 (2), 54-59. Doi: <https://doi.org/10.29303/dd3y8n39>

### Pendahuluan

Implementasi global program skrining kanker paru menggunakan *Low-Dose Computed Tomography* (LDCT) serta meningkatnya ketersediaan *High-Resolution Computed Tomography* (HRCT) telah mengubah total metode diagnosis di bidang pulmonologi. Fenomena ini menyebabkan lonjakan deteksi lesi paru perifer berukuran kecil serta temuan insidental berupa *Interstitial Lung Abnormalities* (ILA) atau *Diffuse Parenchymal Lung Disease* (DPLD) yang

sebelumnya tidak terdeteksi. Data menunjukkan prevalensi ILA pada kohort skrining kanker paru berkisar antara 7% hingga 10%, di mana sebagian besar temuan ini memerlukan evaluasi lebih lanjut untuk menentukan signifikansi klinisnya. Dalam upaya menegakkan diagnosis definitif, khususnya untuk membedakan antara lesi jinak dan keganasan yang sering kali tumpang tindih secara radiologis, pengambilan sampel jaringan melalui prosedur intervensi paru menjadi langkah yang mutlak diperlukan. (Gogali et al., 2025a; Mendoza et al., 2022).

Email: syabila.bila789@gmail.com (\*Corresponding Author)

Saat ini, klinisi memiliki akses ke berbagai modalitas intervensi yang terus berkembang. Pilihan prosedur berkisar dari teknik perkutan konvensional, seperti *CT-guided percutaneous transthoracic lung biopsy* (CT-PTLB), hingga kemajuan pesat dalam teknik transbronkial navigasi yang meliputi *radial probe endobronchial ultrasound* (r-EBUS), *Transbronchial Lung Cryobiopsy* (TBLC), serta bronkoskopi robotik (Mendoza et al., 2022). Meskipun inovasi teknologi bertujuan meningkatkan hasil diagnostik, pemilihan metode pengambilan sampel harus didasarkan pada pertimbangan kritis antara tingkat keberhasilan diagnostik dengan profil risiko komplikasi, guna menjaga keselamatan pasien sebagai prioritas utama (Wei et al., 2024).

Pneumotoraks tetap menjadi komplikasi iatrogenik yang paling sering dilaporkan dalam prosedur intervensi paru (Gogali et al., 2025b). Kejadian ini bukan sekadar efek samping teknis, melainkan memiliki implikasi klinis dan ekonomi yang signifikan, termasuk peningkatan morbiditas pasien, kebutuhan akan intervensi darurat seperti pemasangan selang dada (*chest tube*), serta perpanjangan durasi rawat inap. Bukti literatur menunjukkan disparitas risiko yang mencolok antar modalitas. Meta-analisis pada prosedur CT-PTLB melaporkan angka kejadian pneumotoraks rata-rata sebesar 25,9%, dengan sekitar 6,9% kasus memerlukan pemasangan *chest tube* (Fernández-Sáenz et al., 2025). Sebaliknya, teknik transbronkial dengan panduan r-EBUS menawarkan profil keamanan yang lebih unggul dengan risiko pneumotoraks yang jauh lebih rendah, diperkirakan hanya sekitar 1,4% hingga 5,0%, tergantung pada teknik pengambilan sampel yang digunakan (Ledda et al., 2025).

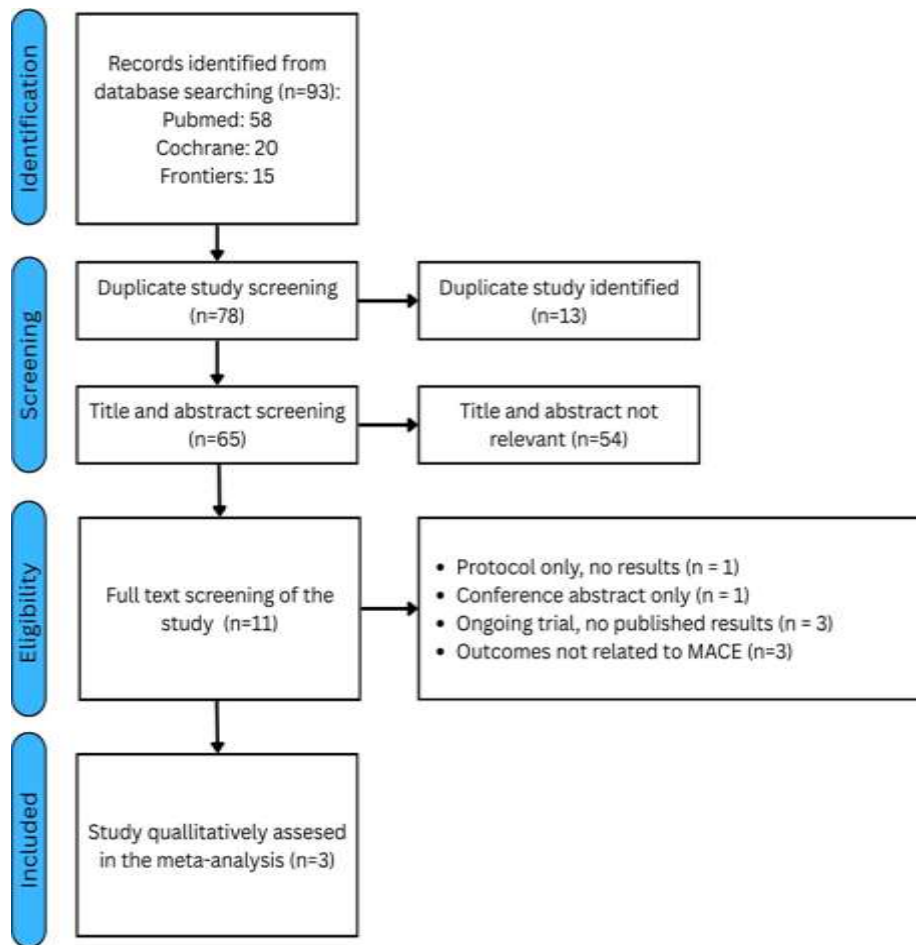
Risiko pneumotoraks pasca intervensi bersifat multifaktorial, yang mencakup interaksi kompleks antara profil pasien dan aspek teknis prosedur. Sejumlah faktor risiko yang tidak dapat dimodifikasi telah terdokumentasi secara konsisten sebagai prediktor kuat, meliputi keberadaan emfisema secara radiologis, dengan diameter lesi berukuran kecil (<20mm), lokasi lesi yang dalam dari permukaan pleura, serta usia lanjut (Gogali et al., 2025c). Selain itu, studi terbaru mengidentifikasi fitur radiologis spesifik seperti *Pleural Tail Sign* (PTS) sebagai prediktor baru terhadap risiko pneumotoraks segera setelah biopsi (Chelala et al., 2021). Dari sisi teknis, tindakan yang menusuk fisura, jumlah tusukan pleura yang multipel, serta penggunaan ukuran jarum yang lebih besar (18G) terbukti meningkatkan risiko kebocoran udara secara signifikan. Meskipun pengembangan alat seperti krioprobe fleksibel ukuran

1.1 mm bertujuan meminimalkan trauma jaringan, evaluasi terhadap keamanan prosedur tetap menjadi titik akhir klinis yang fundamental (Patz et al., 2014).

Mengingat variabilitas angka kejadian pneumotoraks dan dampak klinis yang ditimbulkannya, diperlukan sebuah evaluasi yang komprehensif untuk mensintesis bukti-bukti terbaik yang tersedia. Memahami estimasi risiko yang akurat dari berbagai prosedur sangat penting bagi para klinisi untuk menginformasikan persetujuan tindakan kepada pasien secara tepat, mengoptimalkan seleksi pasien berdasarkan profil risiko, serta menentukan strategi intervensi yang paling aman. Oleh karena itu, *systematic review* ini dilakukan untuk mengevaluasi insiden pneumotoraks setelah berbagai prosedur intervensi paru guna memberikan panduan berbasis bukti dalam manajemen diagnostik penyakit paru.

## Metode

Tinjauan sistematis ini disusun mengikuti pedoman PRISMA untuk mengevaluasi insiden pneumotoraks setelah prosedur intervensi paru. Penelusuran literatur dilakukan secara sistematis pada tiga basis data elektronik utama, yaitu PubMed, Cochrane Library, dan Frontiers, untuk mengidentifikasi studi yang relevan. Pencarian mencakup artikel yang diterbitkan antara Januari 2015 hingga Desember 2026 menggunakan operator Boolean dan istilah pencarian spesifik terkait pneumotoraks iatrogenik dan prosedur biopsi paru. Hanya artikel dalam bahasa Inggris yang memenuhi syarat untuk disertakan dalam analisis ini. Kriteria inklusi mencakup uji klinis acak terkontrol (*randomized controlled trials*) atau uji klinis terkontrol yang melibatkan pasien dewasa. Studi yang dipilih harus membandingkan berbagai teknik intervensi, seperti (CT-PTLB), bronkoskopi, atau torasentesis, serta melaporkan hasil klinis berupa angka kejadian pneumotoraks atau tingkat pemasangan selang dada (*chest drain*). Studi eksklusi meliputi laporan kasus, tinjauan pustaka, editorial, studi pada hewan, serta penelitian yang melibatkan populasi pediatrik. Proses pemilihan studi dilakukan secara mandiri oleh dua peninjau melalui penyaringan judul dan abstrak, diikuti dengan penilaian teks lengkap berdasarkan kriteria kelayakan. Ketidakepakatan antar peninjau diselesaikan melalui diskusi atau konsultasi dengan peninjau ketiga. Data yang diekstraksi mencakup karakteristik studi, jenis tindakan, parameter luaran, serta faktor risiko yang mempengaruhi kejadian pneumotoraks.



Gambar 1. Diagram alir proses pemilihan studi

Tabel 1. Karakteristik Studi

Penulis, Tahun, Negara	Desain Studi	Sampel	Populasi	Jenis Tindakan	Durasi Pemantauan	Parameter Luaran	Temuan Utama
Ravaglia et al., 2025, Italia	Prospective RCT	60 pasien	Pasien dengan kecurigaan DPLD	<i>Transbronchial Lung Cryobiopsy</i> (1,7 mm vs 1,9 mm)	Segera (3 jam pasca-prosedur) & diskusi multidisiplin	Hasil diagnostik (patologis & multidisiplin), ukuran spesimen, dan tingkat komplikasi (pneumotoraks & perdarahan)	Tidak ada perbedaan signifikan antara probe 1,7 mm dan 1,9 mm dalam hal hasil diagnostik (100% vs 93,3%), ukuran spesimen, atau tingkat komplikasi. Sekitar 6-10%
Y.R. Huo et al., 2020, Australia	Systematic Review & Meta-analysis	23.104 pasien	Pasien yang menjalani CT-PTLB	Biopsi paru perkutan dipandu CT (CT-PTLB)	Berdasarkan protokol masing-masing studi	Insiden pneumotoraks, pemasangan <i>chest tube</i> , & faktor risiko	Insiden keseluruhan pneumotoraks sebesar 25,9% dan pemasangan selang dada 6,9%. Faktor risiko: jarum

P. Zhan et al., 2017, China	Systematic Review & Meta-analysis	45 publikasi (31 r-EBUS, 14 CT-PTNB)	Pasien dengan lesi paru perifer (PPLs) atau kanker paru perifer	Perbandingan antara r-EBUS-TBLB dan CT-guided PTNB	Tindak lanjut klinis minimal satu tahun sebagai standar referensi dalam studi yang disertakan	Sensitivitas, spesifisitas, dan tingkat komplikasi (perdarahan hebat & pneumotoraks dengan selang dada)	besar dan posisi pasien. CT-PTNB memiliki sensitivitas lebih tinggi (0,94) dibandingkan r-EBUS-TBLB (0,69), namun r-EBUS-TBLB jauh lebih aman dengan risiko komplikasi yang lebih rendah. sekitar 1,4%
-----------------------------	-----------------------------------	--------------------------------------	---	--	---	---	--

## Hasil

Berdasarkan proses seleksi literatur yang diringkaskan pada Gambar 1, terdapat tiga studi utama yang memenuhi kriteria inklusi untuk dianalisis dalam tinjauan ini. Karakteristik mendalam dari studi-studi tersebut disajikan dalam Tabel 1. Karakteristik Studi. Analisis data menunjukkan bahwa insiden pneumotoraks secara keseluruhan mencapai angka gabungan sebesar 25,9%. Namun, terdapat variasi risiko yang sangat mencolok berdasarkan modalitas yang digunakan. Prosedur (CT-PTLB) memiliki risiko komplikasi tertinggi dengan angka kejadian pneumotoraks rata-rata 25,9% dan kebutuhan pemasangan selang dada sebesar 6,9%. Sebagai perbandingan, teknik transbronkial menunjukkan profil keamanan yang jauh lebih unggul. Teknik berbasis (r-EBUS) menawarkan risiko pneumotoraks minimal, yakni antara 1,4% hingga 5,0%. Pada prosedur kriobiopsi transbronkial untuk evaluasi *Diffuse Parenchymal Lung Disease* (DPLD), penggunaan alat berdiameter lebih kecil (1,7 mm) terbukti memiliki efektivitas diagnostik yang setara dengan ukuran standar (1,9 mm), yakni mencapai 93,3% hingga 100%. Dari sisi keamanan, angka kejadian pneumotoraks pada kedua kelompok tersebut berkisar antara 6% hingga 10%, di mana secara statistik tidak ditemukan perbedaan risiko komplikasi yang signifikan di antara keduanya ( $p > 0,05$ ).

## Pembahasan

Hasil tinjauan sistematis ini menunjukkan bahwa inovasi teknologi instrumen biopsi, khususnya penggunaan *disposable cryoprobe* berdiameter 1,7 mm, telah mencapai efektivitas diagnostik yang ekuivalen dengan *cryoprobe* standar 1,9 mm dalam evaluasi *Diffuse Parenchymal Lung Disease* (DPLD). Temuan ini membuktikan bahwa penggunaan alat berdiameter lebih kecil tidak mengurangi kualitas spesimen yang dibutuhkan untuk menegakkan diagnosis pada

kelompok penyakit parenkim paru tersebut. Temuan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan pada tingkat keberhasilan diagnostik histopatologi (93,3% vs. 100%) maupun dimensi spesimen yang diperoleh (6,7 mm vs. 6,8 mm) merupakan bukti krusial yang memvalidasi transisi menuju penggunaan alat sekali pakai berukuran lebih kecil tanpa mengorbankan kualitas jaringan (Ravaglia et al., 2025). Walaupun rigiditas *probe* 1,7 mm yang sedikit lebih tinggi berpotensi memengaruhi fleksibilitas navigasi pada arsitektur bronkial perifer, kemampuan modalitas ini dalam menghasilkan spesimen berkualitas tinggi yang bebas dari *crush artifact* mengukuhkan keunggulannya dibandingkan teknik biopsi transbronkial konvensional menggunakan *forceps* (Ravaglia et al., 2025).

Dalam manajemen lesi paru perifer, pemilihan modalitas merupakan keputusan strategis yang menuntut pertimbangan kritis antara tingkat akurasi dan profil keselamatan pasien. *CT-guided Percutaneous Transthoracic Lung Biopsy* (CT-PTLB) tetap diakui sebagai standar baku untuk mencapai sensitivitas diagnostik yang sangat tinggi sebesar 94% (Zhan et al., 2017). Namun, prosedur ini membawa risiko komplikasi pneumotoraks yang jauh lebih besar dengan insiden global rata-rata mencapai 25,9% (Huo et al., 2020). Sebaliknya, teknik berbasis bronkoskopi navigasi seperti *radial probe endobronchial ultrasound* (r-EBUS) memberikan tingkat keamanan yang jauh lebih baik dengan risiko kebocoran paru minimal sekitar 1,4%, meskipun dengan sensitivitas yang relatif lebih rendah yaitu 69% (Zhan et al., 2017). Oleh karena itu, pendekatan berbasis bronkoskopi sering kali menjadi pilihan pertama yang lebih bijak bagi populasi pasien berisiko tinggi, seperti individu dengan cadangan fungsi paru terbatas atau kondisi emfisema berat.

Analisis mendalam mengenai komplikasi iatrogenik mengungkapkan bahwa faktor risiko pneumotoraks sangat dipengaruhi oleh variabel teknis dan karakteristik morfologi lesi. Risiko dilaporkan

meningkat secara drastis apabila jalur jarum biopsi melintasi jaringan emfisematosa (OR = 3,33), menembus fisura pleura (OR = 3,75), atau melewati bulla (OR = 6,13) (Huo et al., 2020). Kedalaman letak lesi di dalam parenkim juga teridentifikasi sebagai prediktor kuat, di mana lesi dengan kedalaman > 2 cm memiliki risiko pneumotoraks dua kali lipat lebih tinggi dibandingkan lesi superfisial (Huo et al., 2020). Selain itu, identifikasi fitur radiologis spesifik seperti *Pleural Tail Sign* pada pencitraan awal harus diwaspadai sebagai penanda radiologis baru terhadap risiko pneumotoraks segera pasca-prosedur (Mendoza et al., 2022).

Strategi mitigasi komplikasi yang sangat efektif dapat dilakukan melalui optimasi posisi pasien selama dan setelah prosedur intervensi. Memosisikan pasien dalam posisi lateral dekubitus dengan sisi paru yang dibiopsi berada di bagian bawah terbukti secara signifikan dapat menekan angka kejadian pneumotoraks (OR = 3,15) (Huo et al., 2020). Fenomena ini terjadi karena beban berat organ paru membantu meningkatkan *apposisi* pleura dan menekan alveoli di sekitar area trauma, sehingga membantu menyegel saluran bekas biopsi secara alami dan mengurangi kemungkinan masuknya udara ke dalam rongga pleura.

Secara keseluruhan, diskusi ini menegaskan bahwa keberhasilan diagnosis paru tidak hanya bergantung pada kecanggihan alat, tetapi juga pada pemilihan strategi yang disesuaikan dengan profil risiko individu pasien. Penggunaan minimal dua sampel dari lokasi yang berbeda tetap menjadi rekomendasi utama untuk mengatasi variabilitas pola penyakit di dalam paru. Dengan menyeimbangkan antara kebutuhan akan sampel jaringan yang memadai dan upaya minimalisasi komplikasi melalui teknik posisi yang tepat, klinisi dapat mengoptimalkan hasil diagnostik sekaligus menjaga keselamatan pasien selama prosedur biopsi invasif minimal.

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis sistematis terhadap literatur yang tersedia, dapat disimpulkan bahwa pneumotoraks merupakan komplikasi yang paling sering terjadi dalam prosedur intervensi paru, dengan angka insiden gabungan tertinggi pada prosedur CT-guided Percutaneous Transthoracic Lung Biopsy (CT-PLB) mencapai 25,9%. Meskipun angka kejadian ini cukup signifikan, mayoritas kasus bersifat ringan karena hanya sekitar 6,9% pasien yang memerlukan intervensi invasif berupa pemasangan selang dada (*chest tube*).

Risiko komplikasi ini sangat dipengaruhi oleh pemilihan metode intervensi. Selain prosedur perkutan, teknik endobronkial menunjukkan profil keamanan yang lebih variatif: biopsi paru transbronkial konvensional memiliki insiden pneumotoraks sebesar

1-6%, teknik r-EBUS sekitar 1,4-5,0%, dan kriobiopsi transbronkial (TBLC) berada di rentang 6-10%. Khusus pada prosedur kriobiopsi untuk evaluasi penyakit paru parenkim difus (DPLD), inovasi penggunaan alat yang lebih kecil (*cryoprobe* 1,7 mm) terbukti memiliki efektivitas diagnostik yang setara dengan ukuran standar (1,9 mm) tanpa adanya perbedaan signifikan pada tingkat risiko pneumotoraks di antara keduanya.

Faktor risiko utama seperti adanya emfisema, lesi yang terletak lebih dalam (>2 cm), serta jalur jarum yang melewati bula atau fisura paru tetap menjadi perhatian klinis yang krusial. Oleh karena itu, strategi mitigasi melalui pemilihan teknik yang tepat dan optimasi posisi pasien (*biopsy-side down*) sangat direkomendasikan untuk meminimalkan risiko komplikasi sekaligus menjaga keselamatan pasien selama prosedur intervensi paru dilaksanakan.

## Acknowledgements

The author expresses sincere gratitude to dr. Gemilang Khusnurrokhman, Sp.P(K) for his guidance, direction, and valuable time throughout the preparation of this systematic review. Appreciation is also extended to the Department/SMF of Internal Medicine at RSUD Provinsi Nusa Tenggara Barat and the Faculty of Medicine and Health Sciences, Universitas Mataram, for providing academic opportunities during the period of the clinical clerkship (Kepaniteraan Klinik Madya). The author also wishes to thank colleagues who provided support and technical assistance during the writing process of this article.

## References

- Chelala, L., Hossain, R., Kazerooni, E. A., Christensen, J. D., Dyer, D. S., & White, C. S. (2021). Lung-RADS version 1.1: Challenges and a look ahead, from the AJR special series on radiology reporting and data systems. In *American Journal of Roentgenology* (Vol. 216, Number 6, pp. 1411-1422). American Roentgen Ray Society. <https://doi.org/10.2214/AJR.20.24807>
- Cheo, H. M., Ong, C. Y. G., & Ting, Y. (2025). A Systematic Review of AI Performance in Lung Cancer Detection on CT Thorax. In *Healthcare (Switzerland)* (Vol. 13, Number 13). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/healthcare13131510>
- Fernández-Sáenz, F. K., de la Torre-Perez, L., Baldwin, D. R., van der Aalst, C., Thorat, M., Ritchie, D., Carvalho, A. L., Espina, C., Solà, I., Canelo-Aybar, C., Pissinis, M. M., Alonso-Coello, P., & Pinto, A. C. P. N. (2025). Screening for lung cancer: A systematic review of overdiagnosis and its implications. In *Molecular Oncology*. John Wiley and Sons Ltd. <https://doi.org/10.1002/1878-0261.70139>

- Gogali, A., Kyriakopoulos, C., & Kostikas, K. (2025a). Interstitial Lung Abnormalities: Unraveling the Journey from Incidental Discovery to Clinical Significance. In *Diagnostics* (Vol. 15, Number 4). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/diagnostics15040509>
- Gogali, A., Kyriakopoulos, C., & Kostikas, K. (2025b). Interstitial Lung Abnormalities: Unraveling the Journey from Incidental Discovery to Clinical Significance. In *Diagnostics* (Vol. 15, Number 4). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/diagnostics15040509>
- Gogali, A., Kyriakopoulos, C., & Kostikas, K. (2025c). Interstitial Lung Abnormalities: Unraveling the Journey from Incidental Discovery to Clinical Significance. In *Diagnostics* (Vol. 15, Number 4). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/diagnostics15040509>
- Ledda, R. E., Milanese, G., Revel, M. P., & Snoeckx, A. (2025). Pros and cons of reporting incidental findings in lung cancer screening. In *European Radiology* (Vol. 35, Number 10, pp. 6350–6356). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s00330-025-11580-7>
- Mendoza, D. P., Petranovic, M., Som, A., Wu, M. Y., Park, E. Y., Zhang, E. W., Archer, J. M., McDermott, S., Khandekar, M., Lanuti, M., Gainor, J. F., Lennes, I. T., Shepard, J. A. O., & Digumarthy, S. R. (2022). Lung-RADS Category 3 and 4 Nodules on Lung Cancer Screening in Clinical Practice. *American Journal of Roentgenology*, 219(1), 55–65. <https://doi.org/10.2214/AJR.21.27180>
- Patz, E. F., Pinsky, P., Gatsonis, C., Sicks, J. R. D., Kramer, B. S., Tammemägi, M. C., Chiles, C., Black, W. C., & Aberle, D. R. (2014). Overdiagnosis in low-dose computed tomography screening for lung cancer. *JAMA Internal Medicine*, 174(2), 269–274. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2013.12738>
- Wei, H., Wang, Y., Li, J., Wang, Y., Lu, L., Sun, J., & Wang, X. (2024). Diagnosis of benign and malignant peripheral lung lesions based on a feature model constructed by the random forest algorithm for grayscale and contrast-enhanced ultrasound. *Frontiers in Oncology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fonc.2024.1352028>
- Huo, Y. R., Chan, M. V., Habib, A. R., Lui, I., & Ridley, L. (2020). Pneumothorax rates in CT-guided lung biopsies: A comprehensive systematic review and meta-analysis of risk factors. *British Journal of Radiology*, 93(1108), 20190866.
- Zhan, P., Zhu, Q. Q., Miu, Y. Y., Liu, Y. F., Wang, X. X., Zhou, Z. J., Jin, J. J., Li, Q., Sasada, S., Izumo, T., Tu, C. Y., Cheng, W. C., Evison, M., Lv, T. F., & Song, Y. (2017). Comparison between endobronchial ultrasound-guided transbronchial biopsy and CT-guided transthoracic lung biopsy for the diagnosis of peripheral lung cancer: A systematic review and meta-analysis. *Translational Lung Cancer Research*, 6(1), 23–34. <https://doi.org/10.21037/tlcr.2017.01.01>
- Ravaglia, C., Wells, A. U., Tomassetti, S., Gurioli, C., Piciucchi, S., Dubini, A., & Poletti, V. (2025). Comparison of 1.7 mm and 1.9 mm cryoprobes for transbronchial lung cryobiopsy in diffuse parenchymal lung disease: A randomized controlled trial. *European Respiratory Journal*.