

Skrining Fungsi Paru Menggunakan Spirometri pada Populasi Dewasa di Kelurahan Semanan

Pulmonary Function Screening Using Spirometry in the Adult Population of Semanan Village

Hadisono^{1*}, Ria Buana², Alexander Halim Santoso³

¹Bagian Penyakit Dalam, ²Bagian Parasitologi, ³Bagian Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Tarumanagara, Jakarta, Indonesia.

Kata Kunci :

Deteksi dini, fungsi paru, FEV1/FVC, spirometri, ventilasi restriktif

ABSTRAK

Pendahuluan: Gangguan fungsi paru merupakan salah satu masalah kesehatan yang dapat menurunkan kualitas hidup dan sering tidak terdeteksi pada tahap awal. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan melakukan skrining fungsi paru menggunakan spirometri pada populasi dewasa di Kelurahan Semanan. **Metode:** Kegiatan dilakukan pada 155 peserta melalui pemeriksaan spirometri dan edukasi kesehatan paru. Data yang dikumpulkan meliputi usia, jenis kelamin, nilai Forced Vital Capacity (FVC), Forced Expiratory Volume in 1 second (FEV1), dan rasio FEV1/FVC. **Hasil:** Pemeriksaan menunjukkan rerata FVC sebesar $64,22 \pm 17,28\%$, FEV1 sebesar $63,57 \pm 18,45\%$, dan rasio FEV1/FVC sebesar $0,99 \pm 0,15$. Sebagian besar peserta mengalami penurunan nilai FVC dan FEV1 sebanyak 126 orang (81,3%), sedangkan penurunan rasio FEV1/FVC ditemukan pada 6 orang (3,9%). **Kesimpulan:** Temuan ini menunjukkan adanya kecenderungan gangguan fungsi paru, terutama pola ventilasi restriktif. Pemeriksaan spirometri bermanfaat sebagai metode skrining dan deteksi dini gangguan fungsi paru di masyarakat.

Keyword :

Early detection, FEV1/FVC, pulmonary function, restrictive ventilation, spirometry

ABSTRACT

Introduction: Impaired lung function is a health issue that can reduce quality of life and often goes undetected in its early stages. This community service project aimed to conduct lung function screening using spirometry among the adult population in Semanan Village. **Methods:** The activity was conducted on 155 participants through spirometry testing and lung health education. Data collected included age, gender, Forced Vital Capacity (FVC) values, Forced Expiratory Volume in 1 second (FEV1) values, and the FEV1/FVC ratio. **Results:** The examinations revealed a mean FVC of $64.22 \pm 17.28\%$, a mean FEV1 of $63.57 \pm 18.45\%$, and a mean FEV1/FVC ratio of 0.99 ± 0.15 . Most participants—126 individuals (81.3%)—exhibited decreased FVC and FEV1 values, while a decreased FEV1/FVC ratio was found in 6 individuals (3.9%). **Conclusion:** These findings indicate a tendency toward impaired lung function, particularly a restrictive ventilatory pattern. Spirometry is a useful method for screening and early detection of lung function disorders in the general population.

Copyright © 2026 Jurnal Pengabdian Masyarakat Bunda Delima
All rights reserved

Corresponding Author:

Ria Buana

Email: hadisono@fk.untar.ac.id

Article history

Received date : 04 Juli 2026

Revised date : 06 Juli 2026

Accepted date : 21 Juli 2026

1. PENDAHULUAN

Gangguan fungsi paru merupakan salah satu masalah kesehatan global yang berkontribusi signifikan terhadap morbiditas dan mortalitas, baik di negara maju maupun berkembang. Spektrum gangguan ini sangat luas, mulai dari kelainan ringan yang bersifat reversibel hingga penyakit kronik progresif seperti penyakit paru obstruktif kronik (PPOK), asma, dan penyakit paru restriktif. Paru sebagai organ vital memiliki peran utama dalam proses pertukaran gas, menjaga keseimbangan oksigen dan karbon dioksida, serta berkontribusi dalam regulasi asam-basa tubuh. Disfungsi paru akan mengganggu proses-proses tersebut dan dapat berdampak sistemik, termasuk penurunan kapasitas fungsional, gangguan kardiovaskular, hingga penurunan kualitas hidup secara keseluruhan. (Chen et al., 2023; Cohen et al., 2022; Li et al., 2024)

Penyakit paru obstruktif kronik merupakan salah satu masalah kesehatan global yang signifikan dan menjadi penyebab kematian ketiga di dunia, dengan sekitar 3,23 juta kematian dilaporkan pada tahun 2019. Beban penyakit ini tidak terdistribusi secara merata, di mana hampir 90% kematian akibat COPD pada individu berusia di bawah 70 tahun terjadi di negara berpendapatan rendah dan menengah (*low- and middle-income countries/LMICs*), yang mencerminkan adanya ketimpangan dalam akses terhadap pencegahan, diagnosis, dan penatalaksanaan penyakit. Di Indonesia, prevalensi penyakit paru obstruktif kronik (PPOK) dilaporkan sebesar 3,7%, yang setara dengan sekitar 9,2 juta penduduk, menunjukkan bahwa PPOK merupakan masalah kesehatan masyarakat yang cukup besar dan memerlukan perhatian dalam upaya deteksi dini serta pengendalian faktor risiko di tingkat populasi. (Nengah adiana & Nyoman Arya, 2023; The Lancet Respiratory Medicine, 2023)

Secara patofisiologis, gangguan fungsi paru dapat terjadi akibat proses inflamasi kronik, remodeling jalan napas, penurunan elastisitas jaringan paru, maupun restriksi ekspansi paru. Pada PPOK, misalnya, paparan kronik terhadap partikel berbahaya seperti asap rokok dan polusi udara menyebabkan inflamasi persisten yang berujung pada obstruksi aliran udara yang tidak sepenuhnya reversibel. Sementara itu, pada penyakit paru restriktif, terjadi penurunan compliance paru akibat fibrosis atau kelainan dinding toraks. Berbagai faktor risiko seperti kebiasaan merokok, paparan polutan lingkungan, infeksi saluran napas berulang, serta faktor pekerjaan berperan penting dalam terjadinya gangguan fungsi paru pada populasi dewasa. (Brusselle, 2015; Ma et al., 2025)

Salah satu tantangan utama dalam penanganan gangguan respirasi adalah sifatnya yang sering asimtomatik pada fase awal, sehingga pasien baru datang berobat ketika

penyakit sudah berada pada tahap lanjut. Rendahnya kesadaran masyarakat terhadap pentingnya pemeriksaan fungsi paru serta keterbatasan akses terhadap layanan skrining menjadi faktor yang memperburuk kondisi ini. Oleh karena itu, pendekatan promotif dan preventif melalui skrining berbasis komunitas menjadi sangat penting untuk mengidentifikasi individu berisiko sejak dini. (Bhatt & O'Connor, 2022; Leiwen Fu, Wei Shu, Yuxian Sun, Liang Li, 2025)

Pemeriksaan spirometri merupakan metode non-invasif yang sederhana, objektif, dan memiliki nilai diagnostik tinggi dalam menilai fungsi ventilasi paru. Parameter utama yang diukur, seperti *forced vital capacity* (FVC) dan *forced expiratory volume in one second* (FEV1), dapat memberikan gambaran mengenai adanya gangguan obstruktif maupun restriktif. Spirometri tidak hanya berperan dalam diagnosis, tetapi juga dalam pemantauan progresivitas penyakit serta evaluasi respons terapi. Dalam konteks pengabdian kepada masyarakat, penggunaan spirometri sebagai alat skrining memiliki potensi besar untuk meningkatkan deteksi dini gangguan respirasi sekaligus meningkatkan literasi kesehatan masyarakat. (Graham et al., 2023; Grzetic- Romcevic & Devcic, 2011; Wheatley, 2017)

Berdasarkan latar belakang tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk melakukan skrining fungsi paru melalui pemeriksaan spirometri pada populasi dewasa di Kelurahan Semanan, serta meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap faktor risiko, pencegahan, dan pentingnya deteksi dini gangguan respirasi. Melalui pendekatan berbasis komunitas yang terstruktur, diharapkan kegiatan ini dapat berkontribusi dalam menurunkan beban penyakit paru melalui intervensi dini dan perubahan perilaku kesehatan.

2. METODE PELAKSANAAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan di Kelurahan Semanan dengan sasaran populasi dewasa berusia ≥ 18 tahun. Program dirancang untuk melakukan skrining fungsi paru melalui pemeriksaan spirometri sebagai upaya deteksi dini gangguan respirasi, sekaligus sebagai sarana edukasi kesehatan berbasis komunitas. Pendekatan yang digunakan adalah siklus Plan–Do–Check–Act (PDCA), yang memungkinkan pelaksanaan kegiatan secara sistematis, terstruktur, dan berkelanjutan. (Gambar 1)



Gambar 1. Pemeriksaan Spirometri pada Partisipan

Tahap Perencanaan (*Plan*)

Tahap perencanaan diawali dengan identifikasi permasalahan kesehatan yang relevan di masyarakat, khususnya meningkatnya risiko gangguan respirasi pada populasi dewasa. Analisis situasi dilakukan dengan mempertimbangkan berbagai faktor risiko utama, seperti tingginya prevalensi merokok, paparan polusi udara, riwayat infeksi saluran napas, serta paparan zat iritan di lingkungan kerja.

Perencanaan juga mencakup penyusunan protokol pemeriksaan spirometri sesuai standar, penentuan lokasi dan waktu kegiatan, serta koordinasi tim pelaksana yang terdiri dari tenaga medis dan tenaga pendukung. Selain itu, disiapkan sarana dan prasarana yang diperlukan, termasuk alat spirometer, perangkat pendukung, serta formulir pencatatan data. Materi edukasi juga disusun secara sistematis dengan menekankan pentingnya berhenti merokok, menghindari paparan polutan, serta menjaga kesehatan paru melalui gaya hidup sehat.

Tahap Pelaksanaan (*Do*)

Pelaksanaan kegiatan diawali dengan proses registrasi peserta dan pengisian data dasar, termasuk karakteristik demografis serta faktor risiko yang berkaitan dengan kesehatan paru, seperti riwayat merokok, paparan polusi, dan riwayat penyakit respirasi. Selanjutnya, dilakukan pemeriksaan spirometri oleh tenaga terlatih sesuai prosedur standar operasional. Peserta diberikan instruksi yang jelas untuk memastikan validitas hasil pemeriksaan, termasuk teknik inspirasi maksimal dan ekspirasi paksa. Parameter utama yang diukur meliputi FVC, FEV1, serta rasio FEV1/FVC. Hasil pemeriksaan dicatat secara sistematis dan disampaikan kepada peserta secara langsung. Setelah itu, peserta

mengikuti sesi edukasi kesehatan yang membahas fungsi paru, faktor risiko gangguan respirasi, serta langkah-langkah pencegahan yang dapat dilakukan dalam kehidupan sehari-hari.

Tahap Evaluasi (*Check*)

Evaluasi dilakukan melalui analisis deskriptif terhadap hasil pemeriksaan spirometri untuk menggambarkan distribusi fungsi paru pada populasi yang diperiksa. Data ini digunakan untuk mengidentifikasi individu dengan kemungkinan gangguan ventilasi paru, baik obstruktif maupun restriktif. Parameter yang dinilai meliputi Forced Expiratory Volume in 1 second (FEV1), Forced Vital Capacity (FVC), serta rasio FEV1/FVC. Nilai FEV1 dan FVC normal umumnya $\geq 80\%$ dari nilai prediksi sesuai usia, jenis kelamin, tinggi badan, dan etnis, sedangkan rasio FEV1/FVC normal berada $\geq 0,70$.

Selain itu, evaluasi juga mencakup aspek pelaksanaan kegiatan, seperti kelancaran alur pemeriksaan, kepatuhan terhadap prosedur, serta tingkat partisipasi masyarakat. Efektivitas edukasi dinilai berdasarkan interaksi peserta, pemahaman terhadap materi, serta respons terhadap informasi yang diberikan.

Tahap Tindak Lanjut (*Act*)

Peserta dengan hasil pemeriksaan yang menunjukkan adanya gangguan fungsi paru diberikan konseling individual terkait langkah-langkah yang perlu dilakukan, termasuk modifikasi gaya hidup seperti berhenti merokok dan mengurangi paparan polusi udara. Selain itu, peserta dianjurkan untuk melakukan pemeriksaan lanjutan di fasilitas pelayanan kesehatan guna evaluasi lebih komprehensif dan penegakan diagnosis definitif. Kegiatan ini juga diharapkan menjadi dasar untuk pengembangan program skrining kesehatan paru berbasis komunitas yang berkelanjutan, serta sebagai upaya integrasi antara kegiatan promotif, preventif, dan kuratif dalam sistem pelayanan kesehatan masyarakat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

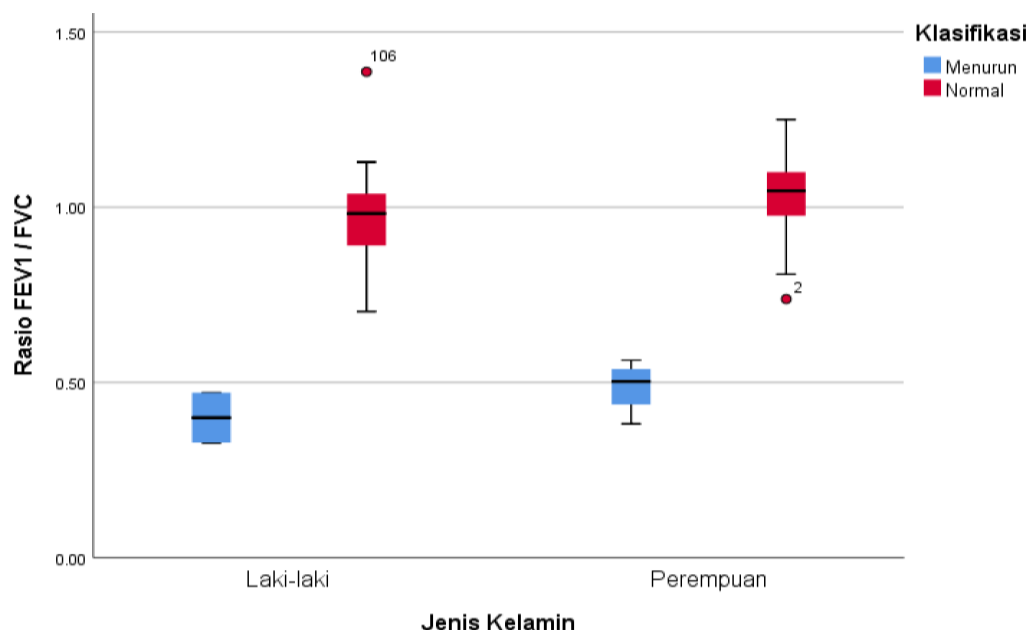
Sebanyak 155 peserta mengikuti kegiatan pengabdian kepada masyarakat dengan rerata usia $46,49 \pm 10,29$ tahun dan rentang usia antara 19 hingga 80 tahun. Komposisi peserta didominasi oleh perempuan sebanyak 109 orang (70,3%), sedangkan laki-laki berjumlah 46 orang (29,7%). Berdasarkan hasil pemeriksaan spirometri, rerata nilai FVC tercatat sebesar $64,22 \pm 17,28\%$ dengan nilai minimum 27% dan maksimum 108%, sementara rerata FEV1 sebesar $63,57 \pm 18,45\%$ dengan rentang 21–108%. Sebagian besar peserta mengalami penurunan nilai FVC dan FEV1, masing-masing pada 126

peserta (81,3%), sedangkan hasil dalam batas normal hanya ditemukan pada 29 peserta (18,7%). Pada parameter rasio FEV₁/FVC, rerata yang diperoleh adalah 0,99±0,15 dengan rentang 0,33–1,39. Mayoritas peserta masih memiliki rasio FEV₁/FVC normal sebanyak 149 orang (96,1%), sedangkan penurunan rasio hanya ditemukan pada 6 peserta (3,9%). Gambaran tersebut mengindikasikan bahwa penurunan fungsi paru pada populasi yang diperiksa lebih banyak mengarah pada pola ventilasi restriktif dibandingkan obstruktif. (Tabel 1)

Tabel 1. Data Karakteristik Partisipan

Parameter	F (%)	Rerata (SD)	Min-Max
Usia (tahun)		46.49 (10.29)	19 – 80
Jenis Kelamin:			
• Laki-laki	46 (29.7)		
• Perempuan	109 (70.3)		
FVC (%)		64.22 (17.28)	27 – 108
• Normal	29 (18.7)		
• Menurun	126 (81.3)		
FEV₁ (%)		63.57 (18.45)	21 – 108
• Normal	29 (18.7)		
• Menurun	126 (81.3)		
Rasio FEV₁/FVC		0.99 (0.15)	0.33 – 1.39
• Normal	149 (96.1)		
• Menurun	6 (3.9)		

Berdasarkan gambaran rasio FEV₁/FVC berdasarkan jenis kelamin, mayoritas peserta baik laki-laki maupun perempuan memiliki rasio FEV₁/FVC dalam kategori normal. Pada kelompok laki-laki, median rasio FEV₁/FVC pada kategori normal berada mendekati nilai 1,0 dengan variasi data yang relatif lebih lebar dibandingkan kelompok perempuan, serta ditemukan beberapa nilai ekstrem. Sementara itu, pada kategori menurun, laki-laki menunjukkan nilai rasio yang lebih rendah dengan median sekitar 0,4 yang mengarah pada kemungkinan gangguan ventilasi obstruktif. Pada kelompok perempuan, distribusi rasio FEV₁/FVC normal tampak lebih stabil dengan median sedikit di atas 1,0, sedangkan kategori menurun memiliki median sekitar 0,5. Secara umum, temuan ini menunjukkan bahwa sebagian besar peserta masih memiliki rasio FEV₁/FVC normal, namun terdapat sebagian kecil peserta dengan penurunan rasio yang mengindikasikan adanya hambatan aliran udara pada saluran napas.



Gambar 2. Gambaran Rasio FEV₁/FVC berdasarkan Jenis Kelamin pada Partisipan

Hasil kegiatan pengabdian kepada masyarakat menunjukkan bahwa sebagian besar peserta memiliki rasio FEV₁/FVC dalam batas normal, baik pada kelompok laki-laki maupun perempuan. Rasio FEV₁/FVC merupakan parameter penting dalam pemeriksaan spirometri untuk menilai adanya gangguan ventilasi obstruktif pada saluran napas. Mayoritas peserta yang memiliki rasio normal menunjukkan bahwa fungsi aliran udara ekspirasi masih relatif baik. Namun demikian, masih ditemukan sebagian kecil peserta dengan rasio FEV₁/FVC menurun yang mengindikasikan adanya kemungkinan hambatan aliran udara atau gangguan ventilasi obstruktif. Kondisi ini penting diperhatikan karena gangguan fungsi paru sering berkembang secara perlahan dan dapat tidak disadari pada tahap awal. (Brusasco, 2012; Miura et al., 2023)

Pada kelompok laki-laki, variasi nilai rasio FEV₁/FVC tampak lebih lebar dibandingkan perempuan, termasuk adanya beberapa nilai ekstrem. Hal ini kemungkinan dipengaruhi oleh paparan faktor risiko yang lebih tinggi, seperti kebiasaan merokok, paparan polusi udara, lingkungan kerja dengan paparan debu atau bahan iritan, serta riwayat infeksi saluran pernapasan. Sementara itu, kelompok perempuan menunjukkan distribusi rasio yang relatif lebih stabil, meskipun tetap ditemukan beberapa peserta dengan penurunan rasio FEV₁/FVC. Perbedaan ini dapat dipengaruhi oleh faktor biologis, gaya hidup, tingkat aktivitas, serta variasi paparan lingkungan pada masing-masing kelompok. (DeMeo, 2025; Liu et al., 2023, 2023)

Rasio FEV₁/FVC yang menurun pada sebagian peserta mengarah pada kemungkinan adanya gangguan ventilasi obstruktif, seperti penyakit paru obstruktif kronik

(PPOK), asma, atau dampak residu infeksi paru kronis. Penurunan rasio terjadi akibat hambatan aliran udara saat ekspirasi sehingga volume udara yang dapat dikeluarkan dalam satu detik pertama menjadi lebih rendah dibandingkan kapasitas vital paru. Selain itu, hasil sebelumnya yang menunjukkan penurunan FVC dan FEV1 pada sebagian besar peserta juga mengindikasikan kemungkinan adanya pola gangguan ventilasi restriktif pada populasi yang diperiksa. Oleh karena itu, interpretasi spirometri perlu dilakukan secara menyeluruh dengan mempertimbangkan seluruh parameter fungsi paru. (Kogo et al., 2022; Zhao et al., 2022)

Melalui kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini, pemeriksaan spirometri menjadi langkah penting dalam skrining dan deteksi dini gangguan fungsi paru pada masyarakat. Edukasi kesehatan yang diberikan menekankan pentingnya menjaga kesehatan paru melalui penghentian merokok, mengurangi paparan polusi udara, menggunakan alat pelindung diri pada lingkungan kerja berisiko, menjaga aktivitas fisik, serta melakukan pemeriksaan kesehatan secara berkala. Deteksi dini gangguan fungsi paru diharapkan dapat membantu mencegah progresivitas penyakit respirasi, meningkatkan kualitas hidup masyarakat, dan menurunkan risiko komplikasi jangka panjang akibat penyakit paru kronis. (Çolak et al., 2022; Hamrouni et al., 2026)

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang telah dilakukan, sebagian besar peserta memiliki rasio FEV1/FVC dalam batas normal, namun masih ditemukan sebagian kecil peserta dengan penurunan rasio yang mengindikasikan kemungkinan gangguan ventilasi obstruktif. Selain itu, penurunan nilai FEV1 dan FVC pada sebagian besar peserta menunjukkan adanya kecenderungan gangguan fungsi paru yang perlu mendapat perhatian lebih lanjut.

Pemeriksaan spirometri terbukti bermanfaat sebagai metode skrining dan deteksi dini gangguan fungsi paru pada masyarakat sehingga intervensi dapat dilakukan lebih cepat. Oleh karena itu, masyarakat disarankan untuk menjaga kesehatan paru melalui penghentian kebiasaan merokok, mengurangi paparan polusi dan asap, meningkatkan aktivitas fisik, menggunakan alat pelindung diri pada lingkungan kerja berisiko, serta melakukan pemeriksaan fungsi paru secara berkala terutama pada individu dengan faktor risiko atau keluhan respirasi kronis.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Bhatt, S. P., & O'Connor, G. T. (2022). Screening for Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *JAMA*, 327(18), 1768. <https://doi.org/10.1001/jama.2022.3823>
- Brusasco, V. (2012). Spirometric definition of COPD: exercise in futility or factual debate? *Thorax*, 67(7), 569–570. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2012-201720>
- Brusselle, G. (2015). Dysregulated fibulin-5 expression and elastogenesis in COPD lungs: pyromaniac or fire fighter? *Thorax*, 70(1), 1–2. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2014-205887>
- Chen, X., Zhou, C.-W., Fu, Y.-Y., Li, Y.-Z., Chen, L., Zhang, Q.-W., & Chen, Y.-F. (2023). Global, regional, and national burden of chronic respiratory diseases and associated risk factors, 1990–2019: Results from the Global Burden of Disease Study 2019. *Frontiers in Medicine*, 10. <https://doi.org/10.3389/fmed.2023.1066804>
- Cohen, M., Levine, S. M., & Zar, H. J. (2022). World Lung Day: impact of “the big 5 lung diseases” in the context of COVID-19. *American Journal of Physiology-Lung Cellular and Molecular Physiology*, 323(3), L338–L340. <https://doi.org/10.1152/ajplung.00261.2022>
- Çolak, Y., Nordestgaard, B. G., Vestbo, J., Afzal, S., & Lange, P. (2022). Potential clinical implications of targeted spirometry for detection of COPD: A contemporary population-based cohort study. *Respiratory Medicine*, 197, 106852. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2022.106852>
- DeMeo, D. L. (2025). Sex, Gender, and COPD. *Annual Review of Physiology*, 87(1), 471–490. <https://doi.org/10.1146/annurev-physiol-042022-014322>
- Graham, B. L., Stanojevic, S., & Miller, M. R. (2023). Increasing Divergence in Spirometry Recommendations. *CHEST*, 164(6), 1361–1363. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2023.06.035>
- Grzetic- Romcevic, T., & Devcic, B. (2011). Spirometric testing on World COPD Day. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, 141. <https://doi.org/10.2147/COPD.S16605>
- Hamrouni, M., Sharma, S. K., Kurmi, O. P., Gautam, P., Lohani, S., Gautam, U., Perone, S. A., Heller, O., Hall, I. P., McKeever, T. M., & Bolton, C. E. (2026). Lung health in the Terai region of Nepal. *Chronic Respiratory Disease*, 23. <https://doi.org/10.1177/14799731251415399>
- Kogo, M., Sato, S., Muro, S., Matsumoto, H., Nomura, N., Tashima, N., Oguma, T., Sunadome, H., Nagasaki, T., Murase, K., Kawaguchi, T., Tabara, Y., Matsuda, F., Chin, K., & Hirai, T. (2022). Development of airflow limitation, dyspnoea, and both in

- the general population: the Nagahama study. *Scientific Reports*, 12(1), 20060. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-24657-w>
- Leiwen Fu, Wei Shu, Yuxian Sun, Liang Li, J. Du. (2025). Decentralizing Pulmonary Screening for China's Aging Population: From Hospitals to Communities. *Aging and Disease*. <https://doi.org/10.14336/AD.2025.1027>
- Li, M., Chen, M., Li, Y., Liu, Z., Li, X., Lang, X., Hu, B., & Li, W. (2024). Association of preserved ratio impaired spirometry with mortality and cardiovascular diseases: a systematic review and meta-analysis. *Systematic Reviews*, 13(1), 171. <https://doi.org/10.1186/s13643-024-02549-6>
- Liu, Q., Pan, L., Yang, T., Ou, Q., Sun, Z., He, H., Hu, Y., Tu, J., Lin, B., Lao, M., Liu, C., Li, B., Fan, Y., Niu, H., Wang, L., & Shan, G. (2023). Association between long-term exposure to ambient particulate matter and pulmonary function among men and women in typical areas of South and North China. *Frontiers in Public Health*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1170584>
- Ma, X., Yu, Y., Guan, W., Guo, S., Gao, Z., Jin, M., Liu, P., Cheng, L., Chen, C., Ma, K., Zhou, Y., Li, R., & Wu, Q. (2025). Relationship between lung function impairment, clinical characteristics and systemic inflammation based on a large-scale population screening. *Frontiers in Medicine*, 12. <https://doi.org/10.3389/fmed.2025.1657151>
- Miura, S., Iwamoto, H., Omori, K., Yamaguchi, K., Sakamoto, S., Horimasu, Y., Masuda, T., Miyamoto, S., Nakashima, T., Fujitaka, K., Hamada, H., Yokoyama, A., & Hattori, N. (2023). Preserved ratio impaired spirometry with or without restrictive spirometric abnormality. *Scientific Reports*, 13(1), 2988. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-29922-0>
- Nengah adiana, & Nyoman Arya. (2023). Hubungan Antara Tingkat Pendidikan Dan Komorbiditas Dengan Perilaku Perawatan Diri Pasien Penyakit Paru Obstruktif Kronis (Ppok). *Jurnal Riset Kesehatan Nasional*, 7(1), 72–77.
- The Lancet Respiratory Medicine. (2023). Changing how we see COPD. *The Lancet Respiratory Medicine*, 11(12), 1035. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(23\)00433-2](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(23)00433-2)
- Wheatley, J. R. (2017). Spirometry: key to the diagnosis of respiratory disorders. *Medical Journal of Australia*, 207(10), 422–423. <https://doi.org/10.5694/mja17.00684>
- Zhao, N., Wu, F., Peng, J., Zheng, Y., Tian, H., Yang, H., Deng, Z., Wang, Z., Li, H., Wen, X., Xiao, S., Huang, P., Dai, C., Lu, L., Zhou, K., Chen, S., Zhou, Y., & Ran, P. (2022). Preserved ratio impaired spirometry is associated with small airway dysfunction and reduced total lung capacity. *Respiratory Research*, 23(1), 298. <https://doi.org/10.1186/s12931-022-02216-1>