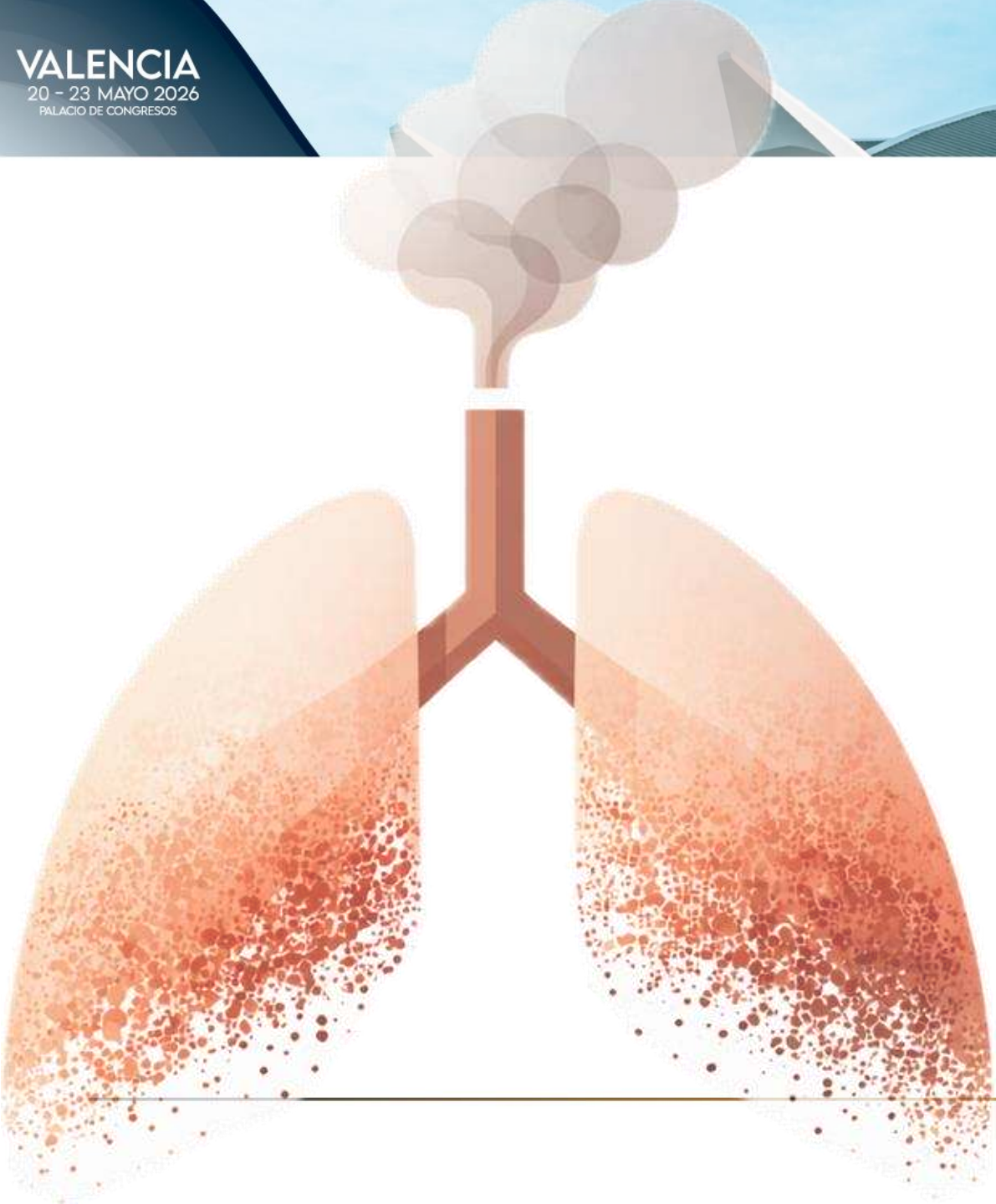


Obstrucción bronquial por moco como característica tomográfica de la EPOC por exposicion a biomasa

Dra. Aloisia Paloma Hernández Morales¹, Dr. Robinson Robles Hernández², Dr. José Rogelio Pérez Padilla³, Dr. Gustavo Iván Centeno Saénz², Dra. Alejandra Ramírez Venegas², Dr. Alejandro A. Díaz⁴.

¹. Médico Radiólogo, Departamento de Imagenología, Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias, Ciudad de México; ². Neumólogo, Departamento de Investigación en Tabaquismo y EPOC, INER, Ciudad de México; ³. Jefe del Departamento de Investigación en Tabaquismo y EPOC, INER, Ciudad de México; ⁴. Neumólogo División de Medicina Pulmonar y Cuidados Intensivos, Department of Medicine, Brigham and Women's Hospital, Boston.



Contenido.

Introducción

Detección tomográfica y cuantificación.

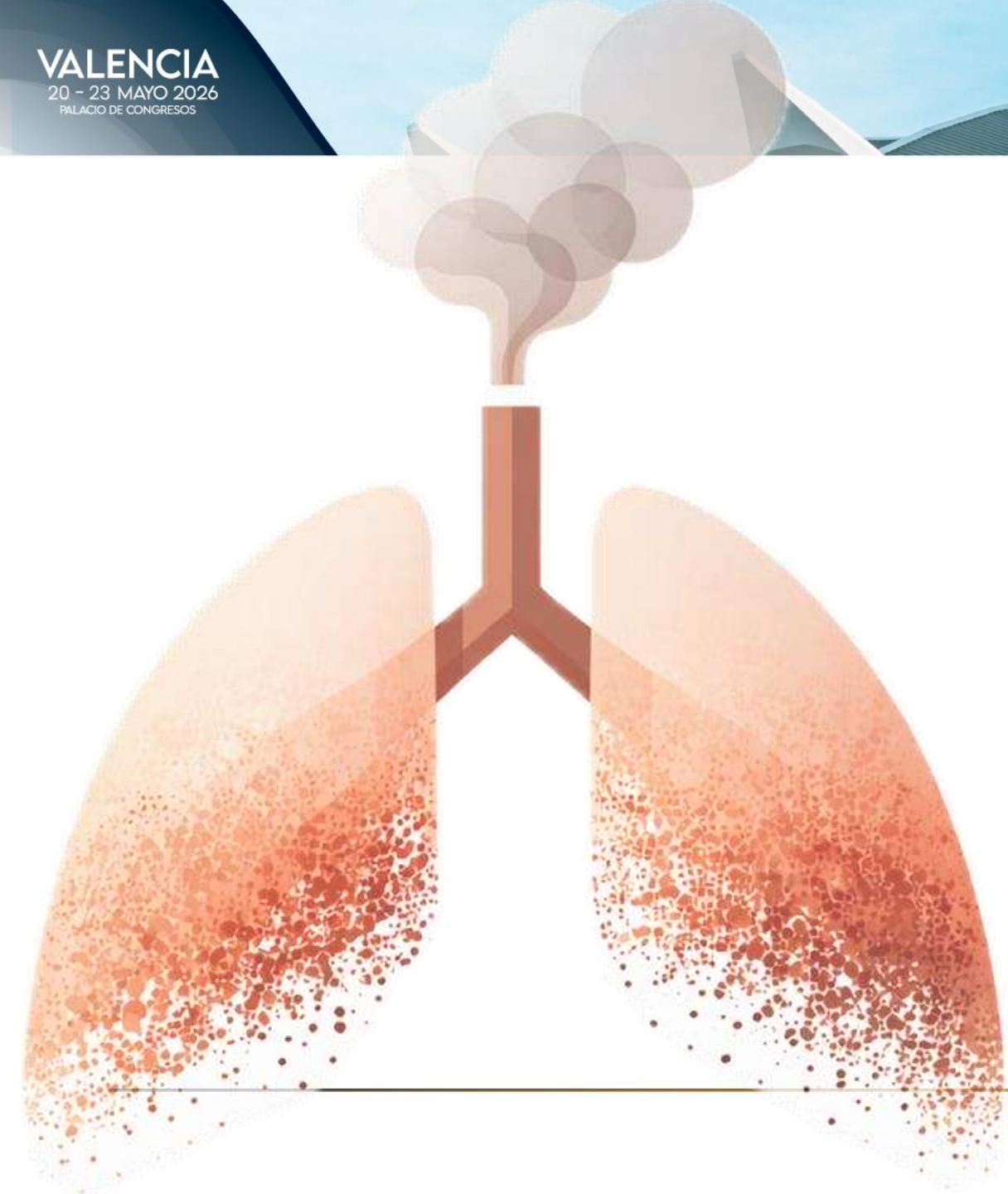
Objetivo.

Material y métodos.

Resultados.

Discusión.

Conclusiones.



Introducción.

ENFERMEDAD PULMONAR OBSTRUCTIVA CRÓNICA.

Es la 4a causa de muerte a nivel mundial.

En el 2030 EPOC será la séptima causa de DALYs (años de vida ajustados por incapacidad) a nivel mundial.

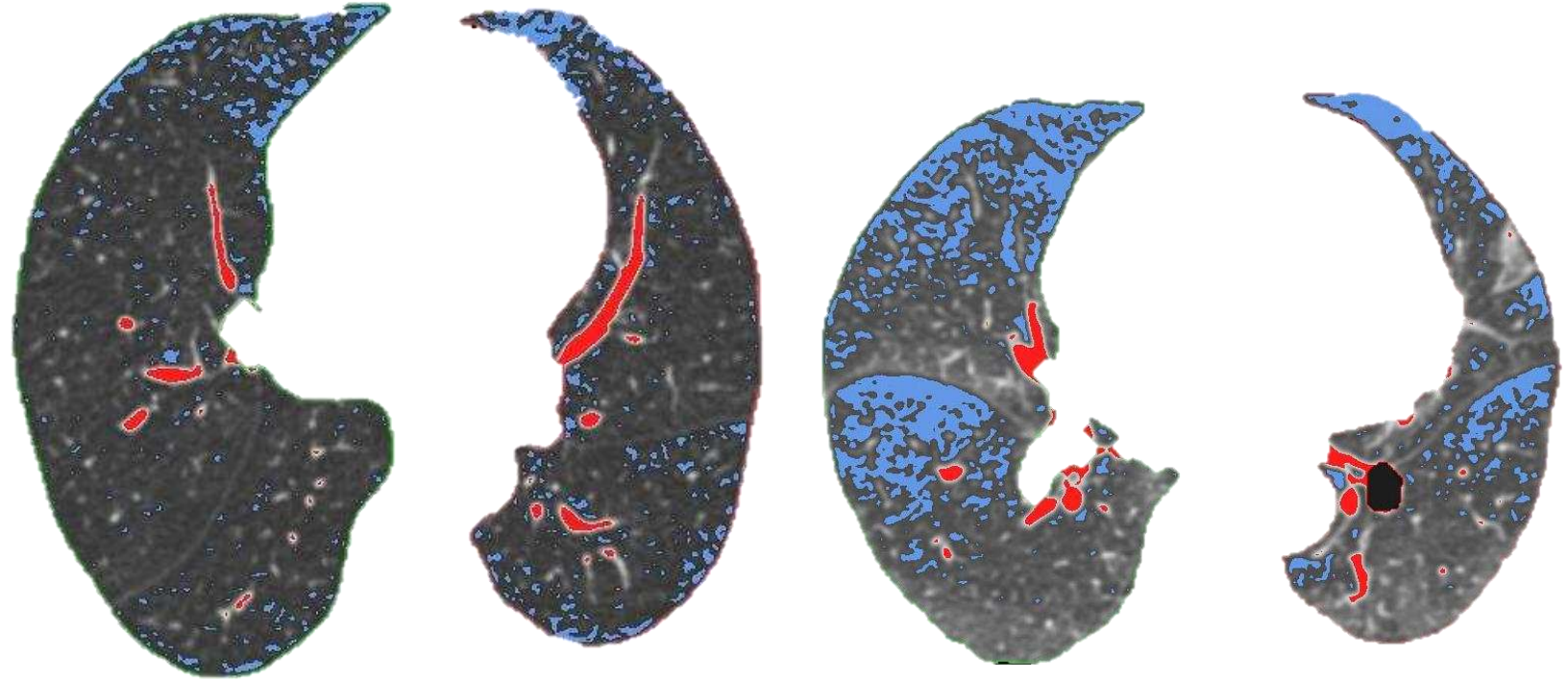
En 2050 se asocia un incremento proyectado del 32.7% en países de recursos bajos y medios.

Carga dispar y creciente entre mujeres.

Factores no tabaquicos: responsables del 60 a 70% de los casos en países de bajo o medio ingreso económico.

- Biomasa factor de riesgo importante (OR: 2,44).
 - El humo de leña (OR: 4,29)

EPOC POR BIOMASA



EPOC por biomasa es más común en mujeres, quienes tienen mayor remodelación de la vía aérea, y peor hipoxemia.

Menos manifestaciones tomográficas que los pacientes expuestos a tabaco, se describe por mayor componente de la vía aérea (atrapamiento aéreo y porcentaje del área de la pared).

Score de Impactación de moco en EPOC.

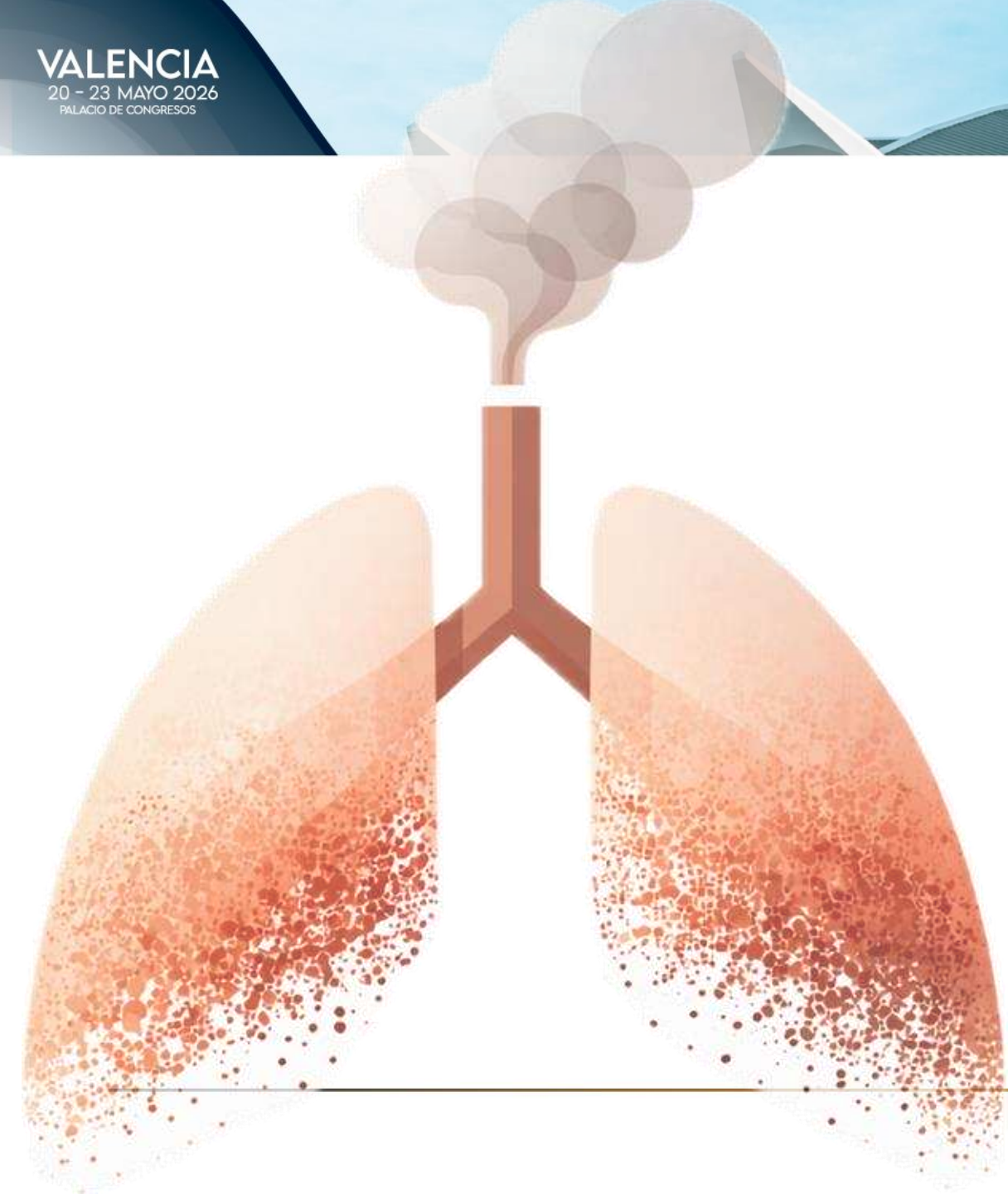
Es un biomarcador del síndrome clínico muco-obstrutivo (*hiperconcentración de moco*).



Score de impactación de moco se asocia:

- Obstrucción, disnea y mortalidad
- Menor saturación de oxígeno y capacidad de ejercicio.
- Riesgo significativamente mayor de hospitalización, RR = 5,3 (2,9 a 9,6) para hombres y 5,1 (2,5 a 10,3) para mujeres.
- Puntuaciones más altas en el cuestionario de St George (SGRQ-St George's Respiratory Questionnaire) y CAT (COPD Assessment Test)
- Menor porcentaje predicho de FEV1, porcentaje predicho de FVC, relación FEV1/FVC y FEF25%-75%
- **Mayores mediciones de enfisema, atrapamiento aéreo y espesor de la pared de las vías respiratorias.**





**Detección tomográfica y
cuantificación.**

Los tapones de moco se identifican como hiperdensidades endoluminales de la vía aérea, suelen observarse de menor densidad respecto a los vasos sanguíneos adyacentes.



Fem 70 años, % ABD: 7; % AT: 30; %aAP: 86.1; Score moco: 8.

Fuente: Protocolo envejecimiento pulmonar

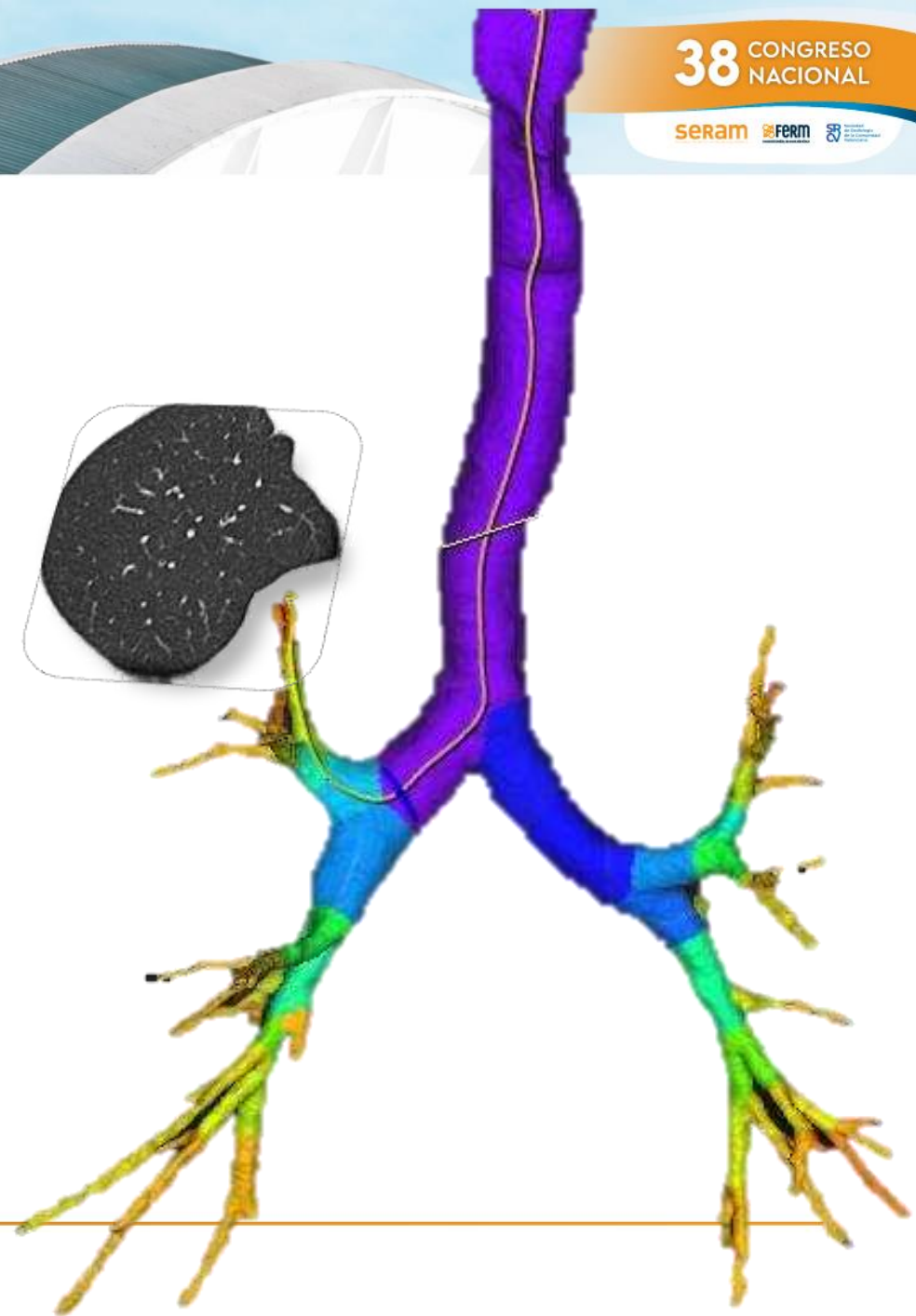
Autoriza: Dra. Ivette Buendía, Departamento de Investigación en envejecimiento pulmonar, INER, Cd. México.

Que moco cuenta?... aquel que condicione:

Oclusión completa de un bronquio y localizado a 1 cm de la pleura.

Cada segmento de cada lobulo es examinado sistemáticamente para evaluar la presencia o ausencia de tapones de moco (0-1).

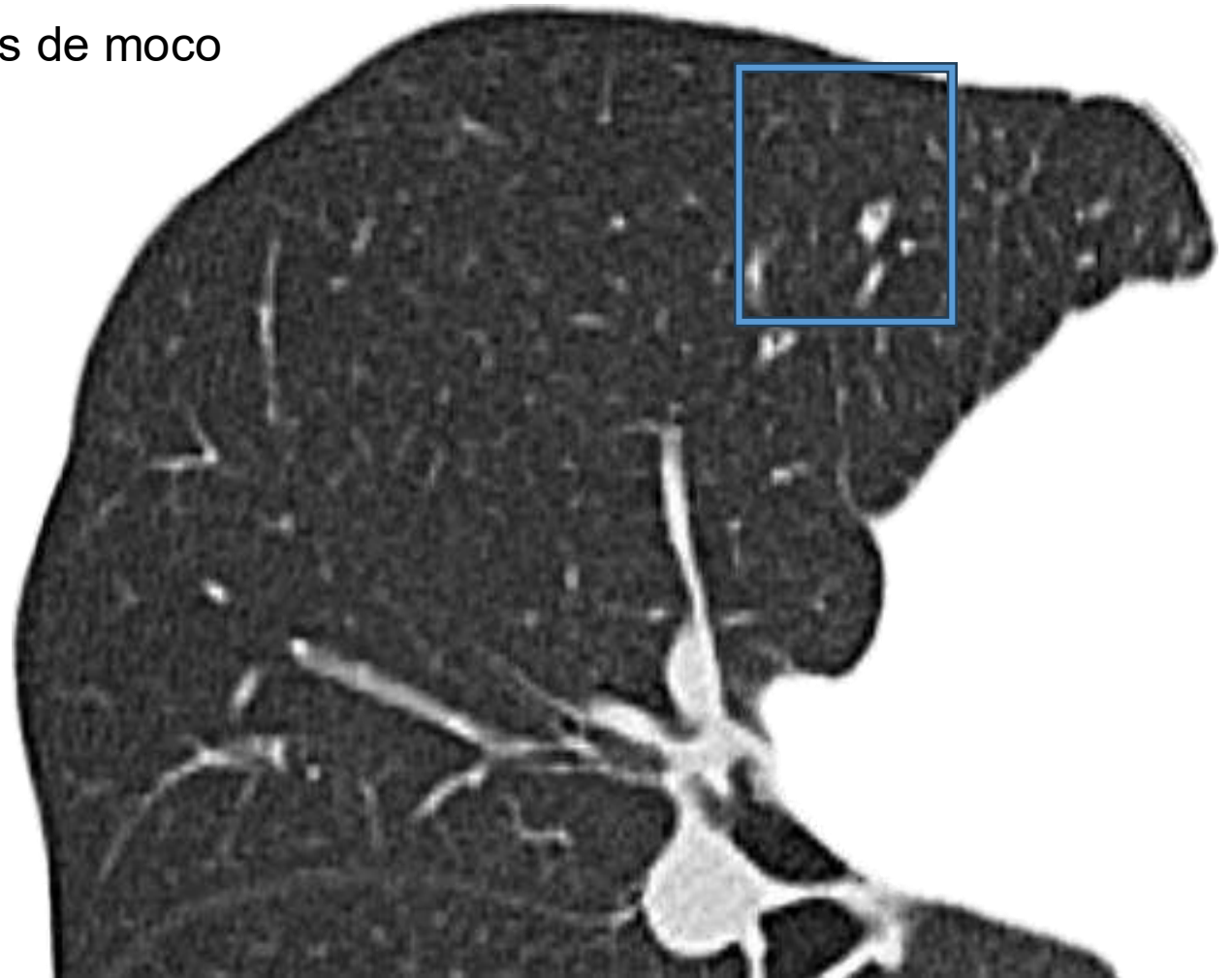
Díaz y cols: 1 a 18 segmentos, según el mapa bronquial anatómico de Netter.



Hallazgos recientes mencionan que los tapones de moco en EPOC son cortos y gruesos, con:

Longitud: 2 -50 mm

Diámetro 1- 17 mm

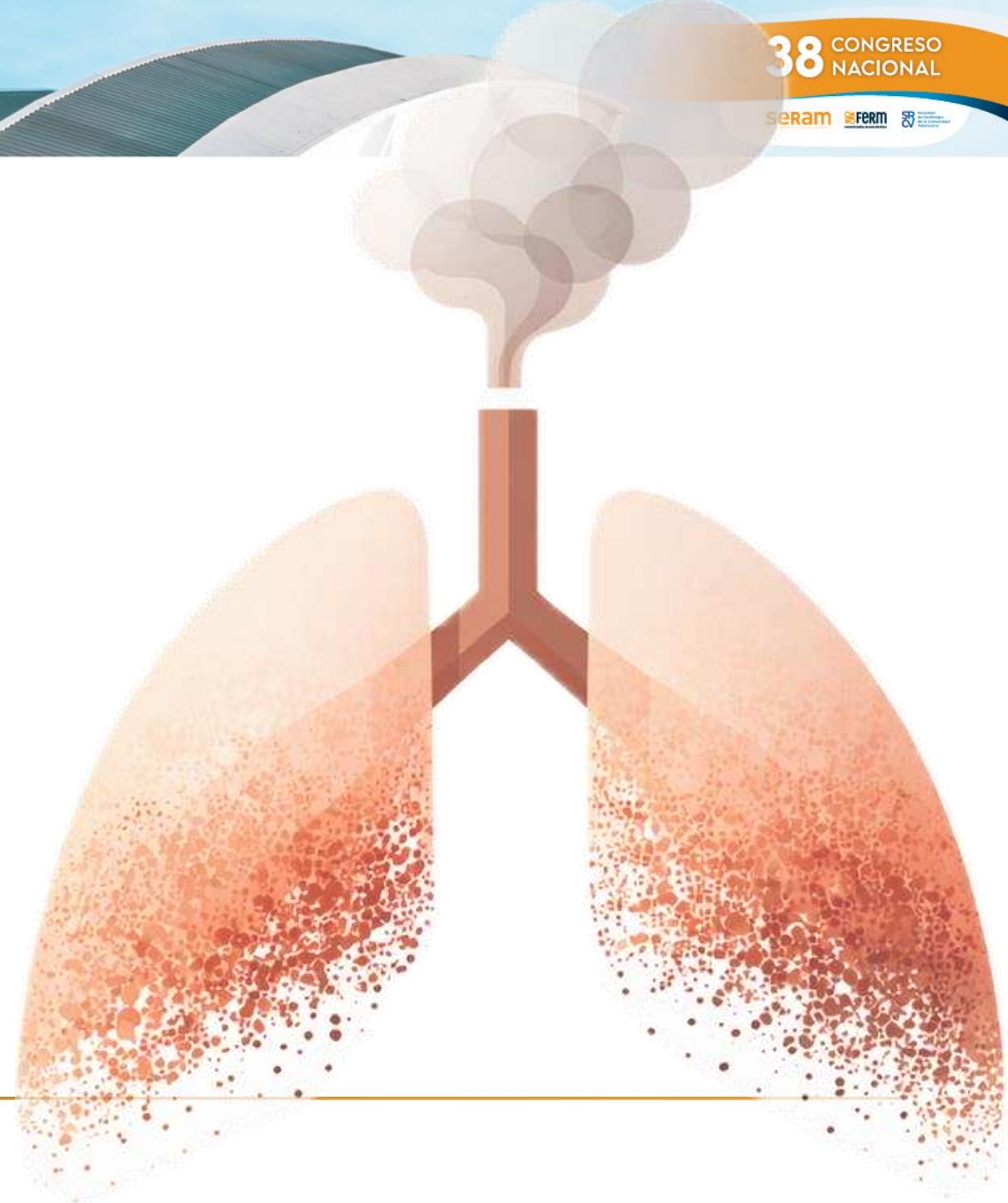


Tapones en las vías respiratorias mayores se correlaciona con niveles elevados de mucina (hiperconcentración del moco), cambios moleculares y celulares en las vías respiratorias menores, específicamente, una mayor expresión de MUC5AC, mayor apoptosis epitelial e infiltración linfocítica densa.



Objetivo:

Analizar la asociación de la EPOC por exposición a biomasa (EPOC-B) en comparación con la EPOC por tabaco (EPOC-T) y la puntuación de moco, función pulmonar, síntomas, calidad de vida, riesgo de exacerbaciones y mediciones cuantitativas pulmonares.



Material y métodos:

Análisis transversal de una cohorte prospectiva de pacientes con o sin obstrucción del flujo aéreo (Comité de Ética: C02-23), en el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias, Cd. México, en pacientes con antecedente de exposición a biomasa y tabaco.

Las diferencias entre los grupos se evaluaron mediante la prueba de Kruskal-Wallis, ANOVA, y chi-cuadrado, con comparaciones por pares post hoc (Dunn y Turkey con corrección de Bonferroni); así como regresión logística multivariada.

Un radiólogo especializado y un neumólogo especializado en EPOC puntuaron los tapones mucosos bajo criterios Díaz et al. (coeficiente de correlación intraclass ICC = 0,78, IC del 95 %: 0,65-0,89 para la puntuación total de mucosidad). Un tercer lector resolvió las discrepancias.



Resultados:

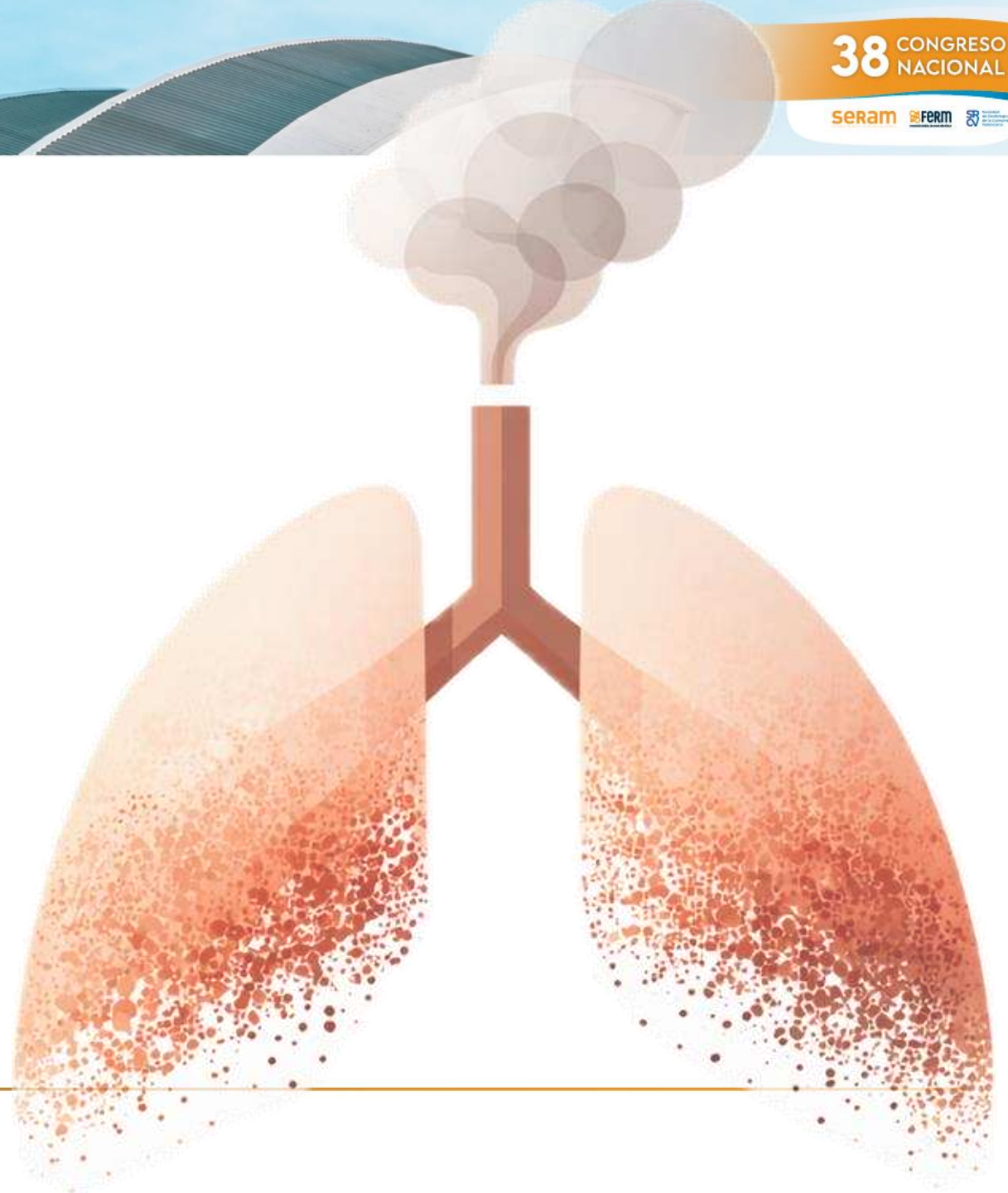


Tabla 1. Principales características demográficas.

Variables	Categorías				p*
	pre-COPD Biomasa n=36 (29.2)	pre-COPD Tabaco n=24 (19.5)	COPD- Biomasa n=29 (23.5)	COPD-Tabaco n=34 (27.6)	
Sex0 (mujer, %)	36 (3.6)	16 (15.3)	29 (27.8)	23 (22.12)	0.0000
Edad media±SD	69.6 (11.5)	60.8 (11.8)	74.2 (7.8)	67.2 (9.8)	0.0003
Dispnea (mMRC) ≥2 (%)	19 (34.5)	4 (7.2)	17 (30.9)	15 (27.2)	0.0130
CAT score, mediana (IQR)	13.5 (7.5) [¶]	7.5 (4.5) ^{**}	12 (9) ^{*¶¶}	10 (7)	0.0001
Historia de exacerbaciones y pruebas de función respiratoria (espirometría).					
Exacerbacion ≥1, n (%)	14 (25.9)	8 (14.8)	19 (35.1)	13 (24.07)	0.06
- Moderate ≥1, n (%)	5 (13.8)	2 (8.3)	9 (31.09)	5 (14.7)	0.13
- Severe ≥1, n (%)	1 (2.7)	2 (8.3)	3 (10.3)	3 (8.8)	0.6510
FEV ₁ , % predicho, media ±SD	95.9 (22.1) ^{¶¶}	102.8 (19.4)	71.2 (19.5)	81.2 (20.3)	0.0001
FEV ₁ , (L), media ±SD	1.69 (0.51) ^{¶¶}	2.49 (0.65) ^{**¶}	1.17 (0.34) [*]	1.8 (0.72)	0.0000
FEV ₁ /FVC ratio, media ±SD	0.77 (0.6)	0.77 (0.08)	0.58 (0.08)	0.62 (0.102)	0.0000
FEF25-75 mediana (IQR)	1.5 (1.34)	1.63 (1.54)	1.03 (1.44)	0.85 (1.22)	0.0675
6-minute walking distance (meters), mediana (IQR)	387 (110.5) ^{¶¶}	436.5 (67) ^{**}	346 (202)	389 (90)	0.0006

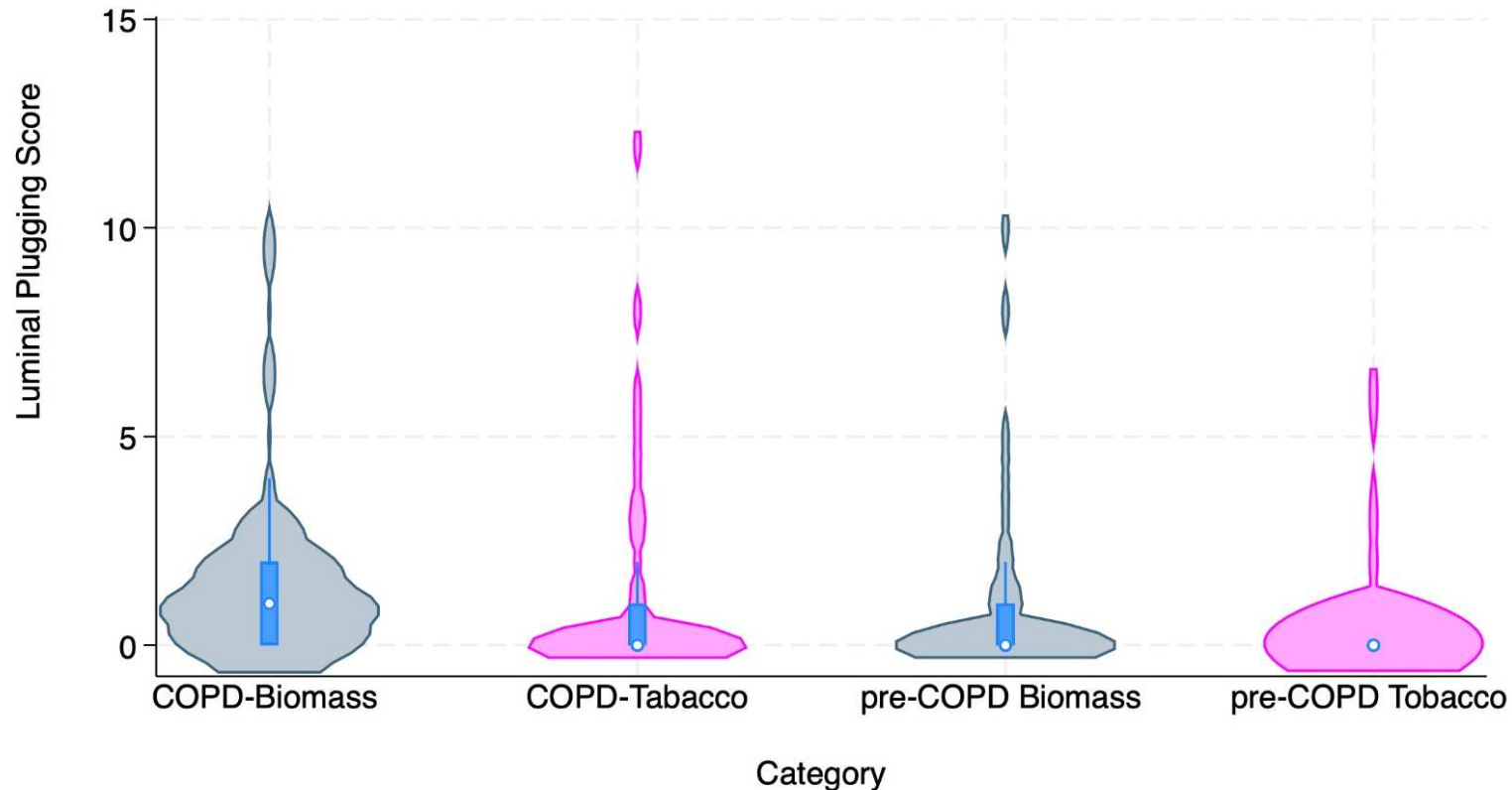
COPD: Chronic Obstructive Pulmonary Disease, FEV₁: Forced Expiratory Volume in 1 second, FVC: Forced Vital Capacity, mMRC: Modified Medical Research Council Dyspnea Scale, CAT: COPD Assessment Test, SD: Standard Deviation, IQR: Interquartile Range. R5, R20 respiratory system resistance at 5 Hz and 20 Hz. P* comparison among groups with ANOVA.....Post hoc pairwise comparisons test Dunn and Turkey, :

*COPD-B vs COPD-T; **COPD-B vs pre-COPD-T; **COPD-T vs pre-COPD-B, ¶pre-COPD-B vs. pre-COPD-T, ¶¶COPD-B vs pre-COPD-B

Tabla 1. Principales características de imagen.

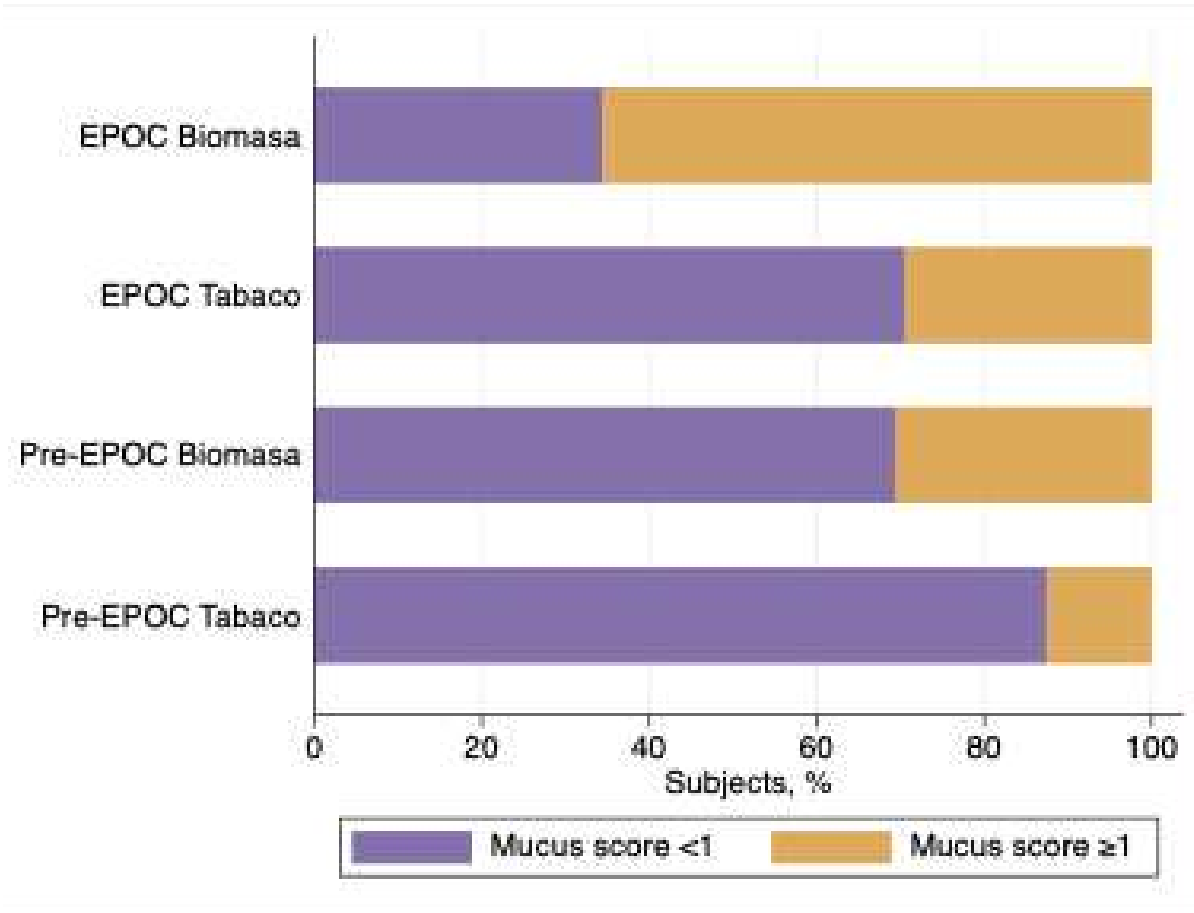
Variables	pre-COPD Biomasa n=36	pre-COPD Tobaco n=24	COPD-Biomasa n=29	COPD-Tobaco n=34	p
Score de impactación de moco; n(%) score ≥ 1	11 (25.5)	3 (6.9)	19 (44.1)	10 (23.2)	<0.0001
Grosor de la pared (mm) media $\pm$ SD	3.61 (0.36)	3.61 (0.36)	3.71 (0.41)*	3.47 (0.34)***	0.054
Porcentaje del área de la pared, %, (median, IQR)	77.60 (3.41) ^{¶¶}	74.85 (4.11)**	79.79 (3.12)*	77.52 (3.21) [¶]	<0.0001
Post hoc comparaciones pareadas test Dunn and Turkey, : *COPD-B vs COPD-T; **COPD-B vs pre-COPD-T; ***COPD-T vs pre-COPD-B, ¶pre-COPD-B vs. pre-COPD-T; ¶¶COPD-B vs pre-COPD-B					

Figura 1. Gráfico de violín, distribución del score de impactación de moco según exposición a biomasa o tabaco y estado funcional (pre Epoc y EPOC)



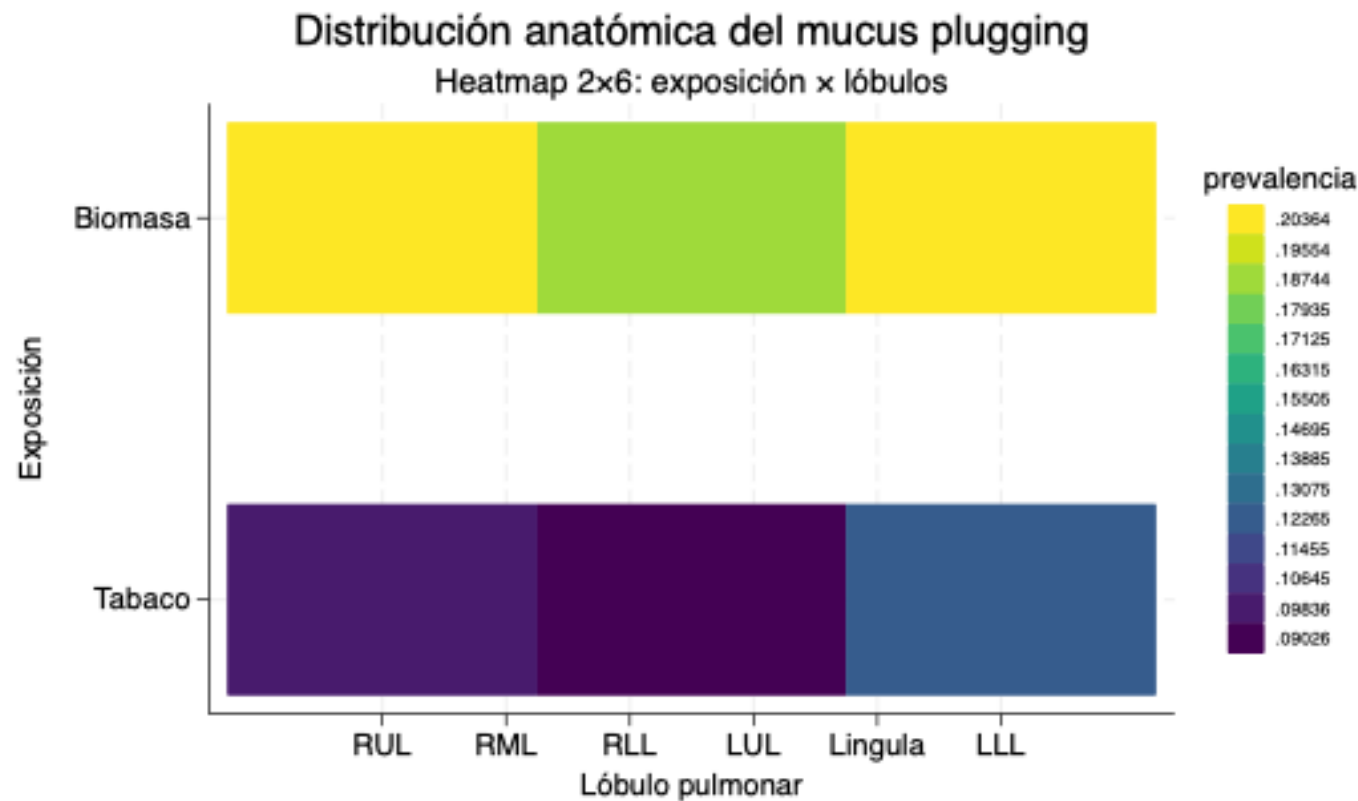
El gráfico de violín muestra que los valores de impactación de moco se concentran en rangos bajos en todos los grupos; sin embargo se observan diferencias en la dispersión y en la presencia de valores extremos entre las categorías.

Figura 2. Proporción de pacientes que muestran impactación de moco.



35.6 % de los pacientes tienen moco.

Figura 3. Heatmap, distribución anatómica de la impactación de moco.



La escala de color representa la proporción de pacientes con moco en cada lóbulo, donde los colores más claros indican mayor prevalencia.

Tabla 2. Análisis de regresión logística multivariable para evaluar los predictores asociados a la presencia de moco.

Variable	OR crudo (IC95%)	p	OR ajustado (IC95%)	p
Tabaco	0.33 (0.15 - 0.74)	0.007	0.62 (0.23 - 1.66)	0.35
Exposición a humo de leña (biomasa)	2.96 (1.35 - 6.51)	0.007	1.63 (0.66 - 4.04)	0.284
EPOC-B	13.3 (3.17 - 55.6)	0.0000	2.71 (0.84 - 8.6)	0.092
pre-EPOC-B	1.05 (0.37 - 2.93)	0.917	0.69 (0.23 - 2.11)	0.526
EPOC-T	3.08 (.75 - 12.51)	0.139	0.40 (0.09 - 1.75)	0.227
CAT score, median (IQR)	1.10 (1.03 - 1.18)	0.003	1.07 (1.00 - 1.15)	0.039
Porcentaje de atrapamiento aéreo	1.02 (1.00 - 1.04)	0.008	1.02 (1.00 - 1.04)	0.039
Grosor de la pared 3ª g	3.81 (1.42 - 10.19)	0.008	4.39 (1.26 - 15.28)	0.020
Porcentaje del área de la pared 3ª g	.99 (.94 - 1.03)	0.729	1.00 (0.88 - 1.15)	0.896
FEV1 post-broncodilatador	.19 (.09 - .43)	0.000	0.26 (0.096 - 0.74)	0.012

La presencia de impactación de moco se asoció con la exposición a **biomasa** (OR crudo = 2.96; IC 95%: 1.3–6.5; p = 0.007) que con la exposición al tabaco (OR crudo = 0.33; IC 95%: 0.15–0.74; p = 0.007). OR ajustado para biomasa: OR = 1.63; IC 95%: 0.62–4.18; p = 0.32.

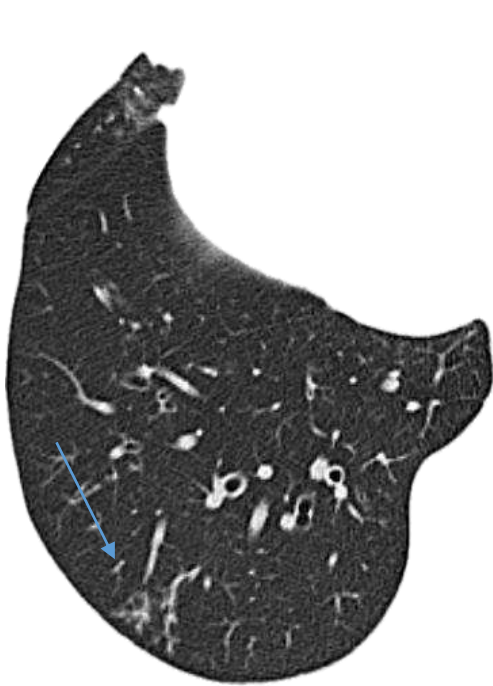
Discusión.

Los tapones de moco bronquial, tal y como se visualizan en las imágenes de TC, se asociaron con determinantes clínicos y estructurales identificables.

El grosor de la pared bronquial demostró ser un predictor independiente de la presencia de moco (OR 2,56; IC del 95 %: 1,13-5,83), tal y como sugieren los datos actualmente disponibles en humanos y modelos animales.

Este hallazgo respalda la hipótesis de que la enfermedad relacionada con la biomasa puede estar dominada por un componente de las vías respiratorias pequeñas en lugar de por la destrucción del parénquima enfisematoso visible en el paciente expuesto a tabaco.

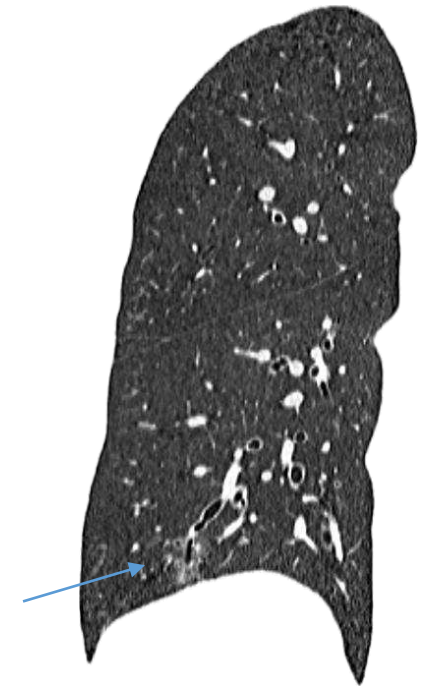
Además, una característica importante es la **heterogeneidad de la expresión de la enfermedad dentro de un pulmón individual.**



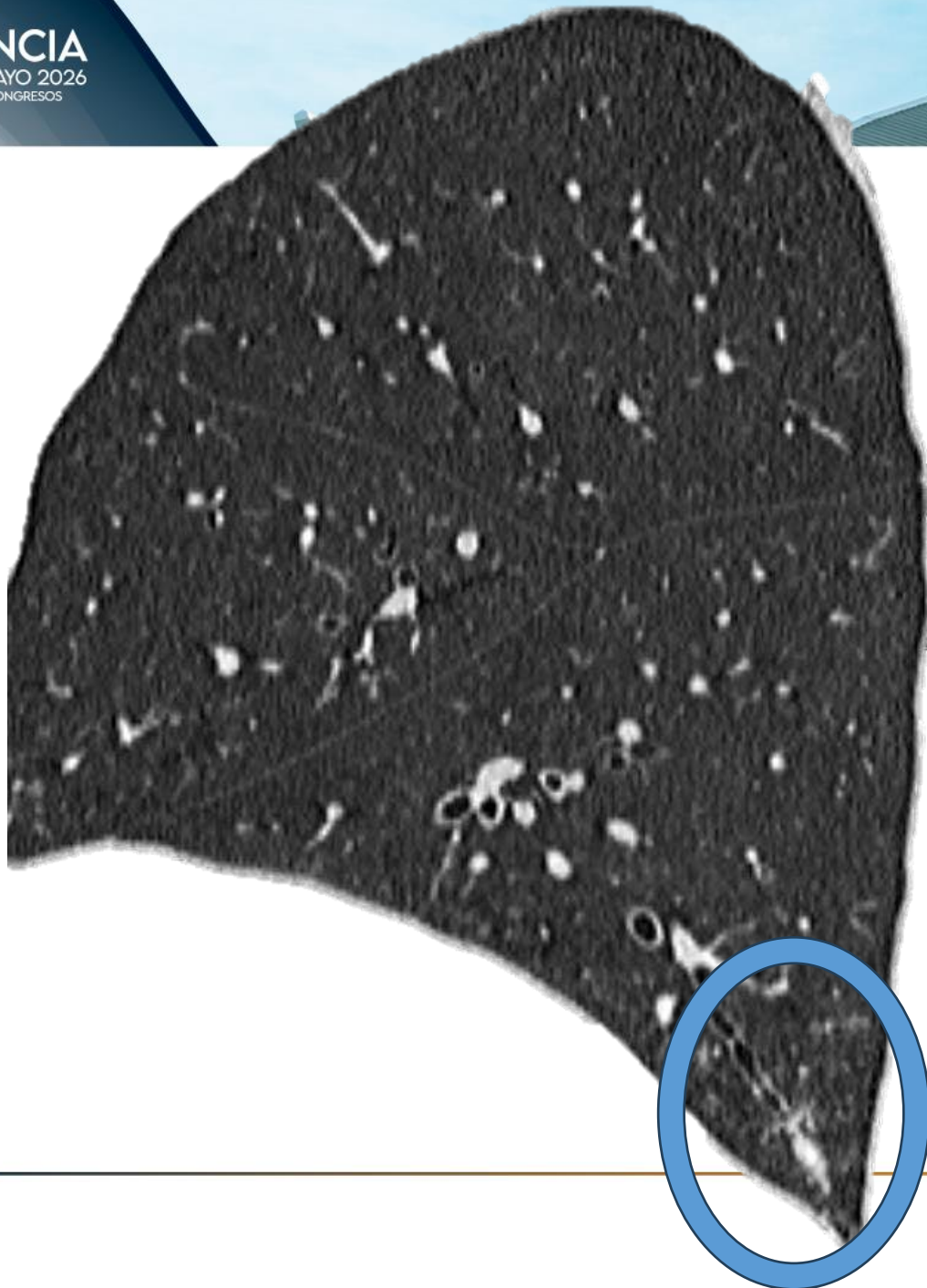
Árbol en gemación



Ectasia y estenosis



Vidrio deslustrado



En comparación con EPOC por tabaco, donde existe una mayor distribución en lobullos inferiores; en EPOC por biomasa, existe una distribución heterogénea.

Farooqui ON, Elicker BM, Henry TS, Hahn LD, Kallianos KG, Han MK, et al. Mucus plugs in chronic obstructive pulmonary disease are heterogeneous in size and shape and occur in relatively large airways. Am J Respir Crit Care Med. 2026 Feb 1;212(2):268–76.
doi:10.1093/ajrccm/aamaf138

Conclusión.

Las mujeres expuestas al humo de biomasa presentaron mayor frecuencia de tapones mucosos, mayor atrapamiento aéreo, síntomas más graves; por tanto los tapones de moco son una característica potencialmente tratable, con una expresión radiológica y clínica diferente a los pacientes expuestos a tabaco.

Limitaciones: estudio transversal, con tamaño muestral modesto lo que afecta intervalos de confianza.

Referencias bibliográficas.

- [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/chronic-obstructive-pulmonary-disease-\(copd\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/chronic-obstructive-pulmonary-disease-(copd))
- Laucho-Contreras, M. E., & Cohen-Todd, M. (2020). Early diagnosis of COPD: Myth or a true perspective. *European Respiratory Review*, 29(158), 1–10. <https://doi.org/10.1183/16000617.0131-2020>
- Diagnosis and Future Exacerbations: A Longitudinal Observational Cohort Database Study in Japan. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, Volume 18, 247–258. <https://doi.org/10.2147/copd.s389297>
- Hill DB, Button B, Rubinstein M, Boucher RC. PHYSIOLOGY AND PATHOPHYSIOLOGY OF HUMAN AIRWAYMUCUS. Vol. 102, Physiological Reviews. American Physiological Society; 2022. p. 1757–836.
- Diaz AA, Orejas JL, Grumley S, Nath HP, Wang W, Dolliver WR, et al. Airway-Occluding Mucus Plugs and Mortality in Patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *JAMA*. 2023 Jun 6;329(21):1832–9.
- Allinson JP, Hardy R, Donaldson GC, Shaheen SO, Kuh D, Wedzicha JA. The presence of chronic mucus hypersecretion across adult life in relation to chronic obstructive pulmonary disease development. *Am J Respir Crit Care Med*. 2016;193(6):662–72.
- Dunican EM, Elicker BM, Henry T, Gierada DS, Schiebler ML, Anderson W, et al. Mucus plugs and emphysema in the pathophysiology of airflow obstruction and hypoxemia in smokers. *Am J Respir Crit Care Med*. 2021;203(8):957–68.
- Vestbo R, Prescott E, Lange P, Schnohr P, Appleyard M, Nyboe rgen, et al. Association of Chronic Mucus Hypersecretion with FEV 1 Decline and Chronic Obstrutive Pulmonary Disease Morbidity. Vol. 153, *J Respir Crit Care Med*. 1996.
- Martinez FJ, Han MK, Allinson JP, Graham Barr R, Boucher RC, Calverley PMA, et al. At the root: Defining and halting progression of early chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2018;197(12):1540–5.
- Okajima Y, Come CE, Nardelli P, Sonavane SK, Yen A, Nath HP, et al. Luminal Plugging on Chest CT Scan: Association With Lung Function, Quality of Life, and COPD Clinical Phenotypes. *Chest*. 2020 Jul 1;158(1):121–30.
- Farooqui ON, Elicker BM, Henry TS, Hahn LD, Kallianos KG, Han MK, et al. Mucus plugs in chronic obstructive pulmonary disease are heterogeneous in size and shape and occur in relatively large airways. *Am J Respir Crit Care Med*. 2026 Feb 1;212(2):268–76. doi:10.1093/ajrccm/aamaf138
- Polverino F, Borgaonkar R, Cong C, Sanz-Rubio D, Waich A, Wang W, et al. Mucus plugs on CT and small airway pathology in COPD. *ERJ Open Res*. 2025 Nov 1;11(6). doi:10.1183/23120541.00546-2025
- Jie H, Ou Y, Huang C, Zhang Q. Mucus Plugs on Chest CT as COPD Risk Factor: Gaps in the Evidence. *Am J Respir Crit Care Med*. 2025 Jan 1. doi:10.1164/rccm.202504-0897le PubMed PMID: 41135008.