



**Traqueostomía abierta versus percutánea en pacientes con COVID-19:  
análisis de cohorte retrospectiva**

**Open versus percutaneous tracheostomy in patients with COVID-19:  
retrospective cohort analysis**

Autor:

**Alejandro González Muñoz**

Trabajo presentado como requisito para optar por el título de:

**Especialista en Cirugía General**

Bogotá D.C., Colombia

2024

**Tutor Metodológico:**

David Rene Rodríguez Lima

Grupo de Investigación Clínica, Escuela de Medicina Y Ciencias de La Salud, Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia

Critical and Intensive Care Medicine, Hospital Universitario Mayor - Méderi, Bogotá, Colombia

**Tutor Temático:**

Camilo Ramírez Giraldo

Surgery Department, Hospital Universitario Mayor-Méderi, Bogotá, Colombia

Escuela de Medicina Y Ciencias de La Salud, Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia

Grupo de Investigación Clínica, Escuela de Medicina Y Ciencias de La Salud, Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia

**Autores Colaboradores:**

Jorge David Peña Suárez<sup>1,2</sup>, Jaime Lozano-Herrera<sup>2</sup>, Isabella Vargas Mendoza<sup>2</sup>

1. Surgery Department, Hospital Universitario Mayor-Méderi, Bogotá, Colombia
2. Escuela de Medicina Y Ciencias de La Salud, Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia

Artículo publicado en: BMC Pulmonary Medicine (H-Index 79 – Q2 – SJR 2023 0,77)

Citación: González-Muñoz, A., Ramírez-Giraldo, C., Peña Suárez, J.D. et al. Open versus percutaneous tracheostomy in patients with COVID-19: retrospective cohort analysis. BMC Pulm Med 23, 306 (2023). <https://doi.org/10.1186/s12890-023-02599-x>

## Tabla de Contenido

Introducción:.....	4
Pregunta de investigación: .....	4
Marco Conceptual: .....	4
Metodología:.....	5
Procedimiento quirúrgico y toma de decisiones: .....	6
Resultados: .....	6
Discusión: .....	7
Conclusiones: .....	8
Bibliografía:.....	9
Anexos:.....	10

## **Introducción:**

Durante la pandemia de COVID-19, antes de la vacunación masiva, hasta el 32% de los pacientes hospitalizados requirieron Ventilación Mecánica (VM) [1,2,3], con mortalidades de hasta el 81% en esta población [3,4,5]. La retirada de la VM consume hasta el 50% del tiempo de un paciente en VM. La traqueostomía es la cirugía electiva cuando se anticipa una VM prolongada y un destete difícil debido al uso de sedantes y agentes vasoactivos requeridos en este escenario, y está asociada adicionalmente a una menor tasa de complicaciones [6,7,8,9].

La traqueostomía se recomienda en pacientes estables con VM prolongada, ya que reduce la estenosis laringotraqueal, la neumonía asociada al ventilador y la duración de la estancia hospitalaria [10]. Sus ventajas incluyen comodidad del paciente, seguridad, capacidad de comunicación y mejor cuidado de la cavidad oral y de las vías respiratorias [11].

Las técnicas quirúrgicas para la traqueostomía son abiertas y percutáneas, con informes contradictorios sobre la elección preferida [12,13,14]. Este trabajo tiene como objetivo describir los resultados clínicos y las complicaciones después de la traqueostomía en pacientes con COVID-19, según ambas técnicas quirúrgicas.

## **Pregunta de investigación:**

¿Realizar traqueostomías se asocia a una disminución de la mortalidad y mejora de los desenlaces clínicos en los pacientes con diagnóstico de neumonía por SARS-CoV-2 llevados a ventilación mecánica invasiva mayor a siete días en un hospital de alta complejidad en Bogotá, Colombia?

## **Problema:**

La traqueostomía es uno de los procedimientos más frecuentemente realizados en cuidados intensivos. Sus ventajas incluyen confort del paciente, seguridad, capacidad de comunicarse y mejor cuidado de la cavidad oral y de las vías respiratorias. No se ha estudiado el efecto de la traqueostomía en la mortalidad de los pacientes con ventilación mecánica e infección por SARS-CoV-2, por lo que es necesario establecer si tiene alguna relación con la mortalidad en este grupo de pacientes.

## **Marco Conceptual:**

La traqueostomía corresponde a la creación o existencia de una comunicación desde la tráquea al medio ambiente, reportándose su existencia desde el 3500 a.C., posteriormente retomado en el siglo XVI para manejar infecciones de la vía aérea superior. Con la aparición al comienzo del siglo XX de la intubación orotraqueal, la realización de traqueostomías fue rápidamente reemplazada. Sin embargo, durante la epidemia del polio, se volvió a popularizar por la facilidad de manejo de las secreciones; actualmente, cobra importancia en el manejo de los pacientes en las unidades de cuidados intensivos [11,14].

La técnica de traqueostomía abierta fue propuesta en 1909 por Jackson. Posteriormente, Seldinger en 1953 introdujo la realización de procedimientos con guía, adoptado para múltiples intervenciones quirúrgicas, siendo Shelden en 1953 quien la realizó por primera vez para una traqueostomía, perfeccionada posteriormente por Ciaglia en 1985, con aplicación de dilatadores [11,14].

Las indicaciones de las traqueostomías son la ventilación mecánica invasiva prolongada, obstrucción de la vía aérea superior, y protección de la vía aérea de la broncoaspiración, lo cual se ha asociado a beneficios como asegurar la vía aérea, incrementar la movilidad, y disminuir el riesgo de extubación incidental. También se asocia a una mayor facilidad de lograr un destete ventilatorio, reduciendo la

resistencia de la vía aérea, disminuyendo el espacio muerto y mejorando el manejo de las secreciones en la vía aérea, con evidencia que muestra mejoría de parámetros ventilatorios posterior a la traqueostomía [1-3].

La intubación orotraqueal prolongada puede asociarse a la presentación de estenosis laríngea, parálisis de cuerdas vocales, granulomas laríngeos, con mayor riesgo de trauma durante la agitación. La única contraindicación absoluta de la traqueostomía percutánea es la ausencia de tráquea cervical, pacientes pediátricos con vía aérea inmadura, trastornos hematológicos incorregibles, alteraciones anatómicas del cuello, tumores, traqueomalacia, infección activa de los tejidos blandos en cuello anterior, obesidad mórbida, inestabilidad hemodinámica y anomalías severas del intercambio gaseoso (PEEP >10, FiO<sub>2</sub> >0,6) [5-7].

El tiempo indicado para considerar la intubación orotraqueal prolongada es relativo y se asocia directamente a las complicaciones presentadas. La literatura documenta que una IOT de aproximadamente 11 a 24 días puede asociarse a riesgo de lesión de vía aérea en el 10% de los casos y de estenosis crónica de la vía aérea en el 12% de los casos. El American College of Chest Physicians en consenso definió como punto de corte 21 días (traqueostomía tardía), sin identificar en la literatura una diferencia con la realización temprana (2 a 14 días). Otros estudios mostraron reducción en la morbimortalidad para la realización de traqueostomías tempranas, con disminución en la mortalidad, la incidencia de neumonía y los días de ventilación mecánica [1-5].

### **Metodología:**

Se diseñó un estudio observacional, analítico, en una cohorte retrospectiva. Se revisaron todos los registros electrónicos de pacientes admitidos al Hospital Universitario Mayor Méderi, en Bogotá, Colombia, entre marzo de 2020 y abril de 2021, que requirieron VM, tuvieron COVID-19 confirmado por PCR positiva en un hisopado nasofaríngeo y que se sometieron a traqueostomía. Este estudio fue revisado y aprobado por el Comité de Ética de la Universidad del Rosario bajo el número DVO005 2172-CV1656. Se siguieron las directrices STROBE para reportar este estudio [15].

Se incluyeron en el análisis final todos los pacientes con COVID-19 confirmado por PCR en un hisopado nasofaríngeo que fueron manejados con VM y sometidos a traqueostomía. Todos los pacientes fueron manejados bajo el protocolo institucional basado en la evidencia disponible en cada uno de los diferentes momentos de la pandemia. Se excluyeron los pacientes menores de 18 años y aquellos ventilados por una causa distinta a la insuficiencia respiratoria secundaria a COVID-19. Todos los pacientes incluidos recibieron esteroides durante su estancia hospitalaria y se siguieron las directrices de ventilación mecánica protectora.

Las siguientes variables fueron analizadas: demografía de los pacientes; índice de masa corporal (IMC); presencia de hipertensión arterial, diabetes mellitus, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, enfermedad renal crónica, enfermedad cardiovascular y malignidad; PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> (relación de la presión parcial de oxígeno arterial a la fracción inspirada de oxígeno) con la que el paciente fue intubado y con la que se realizó la traqueostomía; puntuaciones SOFA y APACHE II; número de días de intubación antes de la traqueostomía (considerando traqueostomía temprana las realizadas en menos de 14 días de VM); tipo de traqueostomía (abierta y percutánea); días de estancia hospitalaria y días de estancia en UCI; complicaciones asociadas a la traqueostomía; reintervención y mortalidad hospitalaria; se evaluaron las mecánicas pulmonares el día de inicio de la ventilación mecánica, considerado como día 0 de la ventilación mecánica. La primera medición se realizó dentro de las primeras 6 h después de la intubación orotraqueal y la medición inicial reportada ocurrió en el día 4

de la ventilación mecánica. Estas evaluaciones se realizaron en pacientes que recibieron ventilación controlada por volumen.

### **Procedimiento quirúrgico y toma de decisiones:**

La decisión de realizar una traqueostomía fue tomada conjuntamente por el médico intensivista y el cirujano, en la cual se evaluaron el curso clínico y el pronóstico antes de la firma del consentimiento informado por parte de la familia del paciente. La técnica de elección dependió de la experiencia del cirujano, los recursos y las características del paciente, como cuello corto, obesidad y capacidad de extensión cervical.

La traqueostomía percutánea se realizó junto a la cama del paciente en la UCI. En el caso de la traqueostomía abierta, se realizó en el quirófano. Se utilizó sedación consciente y relajación neuromuscular en todos los casos. El personal involucrado en el procedimiento utilizó el equipo de protección personal recomendado. No se usa rutinariamente un broncoscopio de fibra óptica en nuestra institución durante la traqueostomía, sin embargo, todos los procedimientos fueron exitosos. Se consideró traqueostomía temprana cuando se realizó durante los primeros 13 días de VM y traqueostomía tardía cuando el tiempo superó los 14 días.

### **Resultados:**

Se incluyeron en el estudio un total de 113 pacientes. El siguiente diagrama de flujo (Figura 2) muestra el proceso de selección. 738 pacientes no fueron sometidos a traqueostomía debido a no cumplir con los criterios de ventilación mecánica prolongada, condiciones hemodinámicas que no permitían procedimientos invasivos, trastornos graves de oxigenación y pacientes que fueron extubados y fallecieron durante la ventilación mecánica. Todos los pacientes incluidos cumplieron con los criterios de SDRA. La distribución no fue normal.

La mediana de edad fue de 66.0 (IQR: 57.2-72.0) años y 77 pacientes (68.14%) eran hombres. La mortalidad hospitalaria fue del 51.3% (n = 58). La Tabla 2 muestra el análisis bivariado respecto al desenlace de la mortalidad hospitalaria.

La edad avanzada, un PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> más bajo en el momento de la traqueostomía, el momento de la traqueostomía y el enfoque quirúrgico fueron identificados como factores de riesgo para la mortalidad en el análisis bivariado (Tabla 2). No se observaron diferencias significativas en las mecánicas respiratorias entre el día de la intubación orotraqueal (día 0) y el día 4 de la ventilación mecánica tanto entre los pacientes sobrevivientes como los fallecidos.

Las características demográficas y clínicas y los desenlaces se muestran según la técnica empleada (abierta versus percutánea) en la Tabla 3. No hubo diferencias estadísticamente significativas en las mecánicas pulmonares en el día 0 o el día 4 entre los pacientes que se sometieron a traqueostomía abierta y aquellos que se sometieron a traqueostomía percutánea.

En cuanto a la técnica quirúrgica empleada, los pacientes que se sometieron a traqueostomía percutánea tuvieron tasas más altas de decanulación y tasas de mortalidad más bajas; aunque presentaron una mayor mediana de tiempo de estancia hospitalaria y no hubo diferencias en la estancia en UCI.

Las características demográficas y clínicas y los desenlaces se muestran según el momento de la traqueostomía (abierta vs. percutánea) en la Tabla 4.

Los pacientes que se sometieron a traqueostomía temprana tuvieron una estancia hospitalaria y una estancia en UCI significativamente más cortas que los pacientes que se sometieron a traqueostomía después de 14 días de VM. Sin embargo, las tasas de decanulación fueron más bajas en los pacientes que se sometieron a traqueostomía temprana y presentaron tasas de mortalidad más altas.

La Figura 3 muestra la duración de la estancia en la UCI según el momento del procedimiento y el enfoque quirúrgico empleado.

Se realizó un análisis multivariado como se describió. Los resultados informaron que la técnica de traqueostomía abierta [OR 9.45 (95% CI 3.20–27.92)], la edad [OR 1.05 (95% CI 1.01–1.09)] y la puntuación APACHE II [OR 1.10 (95% CI 1.02–1.19)] fueron identificados como factores de riesgo independientes para la mortalidad hospitalaria. La traqueostomía tardía (después de 14 días de VM) [OR 0.31 (95% CI 0.09–1.02)] y el PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> en el día de la traqueostomía [OR 1.10 (95% CI 1.02–1.19)] no se asociaron con la mortalidad hospitalaria (Fig. 4). Se calculó el factor de inflación de la varianza VIF del modelo final, y ningún valor fue mayor que 2, descartando la colinealidad entre las variables incluidas.

### **Discusión:**

Se incluyeron 113 pacientes en nuestro estudio, donde encontramos que la mortalidad general en pacientes que se sometieron a traqueostomía fue del 51.3%. Los factores asociados con la mortalidad fueron la edad, la puntuación APACHE II y el enfoque quirúrgico. La edad y las puntuaciones APACHE II parecen lógicamente relacionadas con la mortalidad, ya que evidencian una mayor vulnerabilidad del paciente, y su relación con la mortalidad también se ha evidenciado en múltiples otras patologías.

Al comparar la mortalidad en este estudio con los resultados reportados en diferentes revisiones sistemáticas sobre traqueostomía, la nuestra presentó tasas más altas que el promedio. En una revisión sistemática y el meta-análisis de Ferro, et al., se informó una mortalidad acumulada del 19.23% (5% CI 15.2% – 23.6%) [17]; en una revisión sistemática y el meta-análisis de Benito, et al., se informó una mortalidad acumulada del 13.1% (95% CI 8.48%—18.44%) [7], y en una revisión sistemática y el meta-análisis realizado por Battaglini, et al., se informó una mortalidad del 22.1% (95% CI 18.7-25.5) [18]. Solo unos pocos estudios han reportado una mortalidad entre 53.7% y 57.8%, más alta que la encontrada en nuestro estudio [19,20,21]. Esto puede explicarse por la mayor edad de los pacientes en nuestra cohorte y porque la mayoría fueron atendidos durante el pico más catastrófico de la pandemia en Colombia.

Al comparar el momento de la traqueostomía (temprana versus tardía), se encontró una diferencia estadísticamente significativa en nuestro estudio a favor de la traqueostomía temprana en términos de estancias hospitalarias más cortas y estancias en UCI más cortas. En términos de mortalidad, el análisis bivariado mostró una mayor mortalidad para la traqueostomía temprana, sin embargo, no hubo diferencias estadísticamente significativas en el análisis multivariado. En una revisión sistemática y meta-análisis realizada por Ji, et al., se evidenció una estancia en UCI más corta en las traqueostomías tempranas, sin diferencias estadísticamente significativas entre la traqueostomía temprana y tardía respecto a la mortalidad [22]. La decisión de realizar traqueostomía tardía o temprana dependió de las recomendaciones cambiantes a lo largo del curso de la pandemia y los recursos disponibles en ese momento.

Al evaluar la traqueostomía percutánea versus la traqueostomía abierta, se encontró que la traqueostomía abierta era un factor asociado con la mortalidad; la razón de esta diferencia podría ser una menor relación PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> con la que se realizaron los procedimientos. Los pacientes que se sometieron a traqueostomía percutánea tuvieron una mayor relación PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> (162.0 IQR: 131.5 – 203.5) que los pacientes que se sometieron a traqueostomía abierta (147.0 IQR: 113.0 – 180.0), sin embargo, esta variable no mostró diferencias estadísticamente significativas en el análisis multivariado. Otro factor que podría explicar este hallazgo es que los pacientes seleccionados para traqueostomía abierta tenían estructuras anatómicas desfavorables, como cuello corto y obesidad, considerando que esta última también es un factor de riesgo para la mortalidad debido a la infección por SARS-CoV2 [23]; sin embargo, no hubo diferencias estadísticamente significativas en el IMC entre ambas técnicas. Además, es importante señalar que algunos factores asociados con la gravedad de la infección por SARS-CoV2 no se tomaron en cuenta, lo que podría explicar una mayor mortalidad en uno de los grupos [24]. Además, la puntuación SOFA fue más alta con diferencias estadísticamente significativas en pacientes sometidos a traqueostomía abierta. Sin embargo, un estudio observacional retrospectivo que involucró a 72 pacientes informó una tasa de mortalidad del 92% en pacientes sometidos a traqueostomía abierta en comparación con el 65.9% en el grupo de traqueostomía percutánea en pacientes con infección por SARS-CoV2 [12], lo que sugiere que la técnica empleada puede influir en la mortalidad, como se evidenció en los resultados de este estudio.

En una revisión sistemática y meta-análisis previa a la pandemia realizada por Iftikhar, et al., se compararon tres enfoques percutáneos diferentes y la traqueostomía abierta, informando que no hubo diferencias estadísticamente significativas en las complicaciones mayores [13]. Otra revisión sistemática y meta-análisis realizada por Klotz, et al., antes de la pandemia, también encontró que no había diferencias estadísticamente significativas en la mortalidad entre los dos enfoques quirúrgicos [14].

En una revisión sistemática y meta-análisis realizada por Ferro, et al., se comparó la mortalidad entre ambas técnicas quirúrgicas (percutánea versus abierta) en pacientes con infección por SARS-CoV2, no encontrándose diferencias estadísticamente significativas (RR 1.96, IC del 95%: 0.19 – 20.37). Sin embargo, este estudio solo incluyó 4 estudios con un total de 250 traqueostomías percutáneas y 172 traqueostomías abiertas [17].

Este estudio reconoce algunas limitaciones, como el uso exclusivo de datos de un solo centro de alta complejidad, lo que limita la generalización de los resultados; su naturaleza retrospectiva, que puede influir en el sesgo de selección; y el hecho de que se realizó solo en pacientes con COVID-19, lo que tampoco permite generalizar estos hallazgos a pacientes con VM por otras etiologías. Además, a pesar del uso de esteroides en todos los pacientes y de ventilación mecánica protectora, no se analizaron específicamente todas las terapias utilizadas en todos los pacientes (incluida la posición del paciente).

### **Conclusiones:**

La traqueostomía percutánea se asoció de manera independiente con una menor mortalidad hospitalaria y debería considerarse como la primera opción para realizar traqueostomía en pacientes positivos para COVID-19 con VM prolongada o con destete difícil. La no movilización del paciente al quirófano, su realización al lado de la cama del paciente, la rapidez y la baja tasa de complicaciones pueden explicar estos hallazgos.

## Bibliografía:

1. Santus P, Radovanovic D, Saderi L, Marino P, Cogliati C, De Filippis G, et al. Severity of respiratory failure at admission and in-hospital mortality in patients with COVID-19: a prospective observational multicentre study. *BMJ Open*. 2020;10(10):e043651.
2. Richardson S, Hirsch JS, Narasimhan M, Crawford JM, McGinn T, Davidson KW, et al. Presenting characteristics, comorbidities, and outcomes among 5700 patients hospitalized with COVID-19 in the New York City area. *JAMA*. 2020;323(20):2052.
3. Rodriguez Lima DR, Pinzón Rondón AM, Rubio Ramos C, Pinilla Rojas DI, Niño Orrego MJ, Díaz Quiroz MA, et al. Clinical characteristics and mortality associated with COVID-19 at high altitude: a cohort of 5161 patients in Bogotá, Colombia. *Int J Emerg Med*. 2022;15(1):22.
4. COVID-ICU Group on behalf of the REVA Network and the COVID-ICU Investigators. Clinical characteristics and day-90 outcomes of 4244 critically ill adults with COVID-19: a prospective cohort study. *Intensive Care Med*. 2021;47(1):60–73.
5. Yang X, Yu Y, Xu J, Shu H, Xia J, Liu H, et al. Clinical course and outcomes of critically ill patients with SARS-CoV-2 pneumonia in Wuhan, China: a single-centered, retrospective, observational study. *Lancet Respir Med*. 2020;8(5):475–81.
6. Rovira A, Tricklebank S, Surda P, Whebell S, Zhang J, Takhar A, et al. Open versus percutaneous tracheostomy in COVID-19: a multicentre comparison and recommendation for future resource utilisation. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2021;278(6):2107–14.
7. Benito DA, Bestouros DE, Tong JY, Pasick LJ, Sataloff RT. Tracheotomy in COVID-19 Patients: A Systematic Review and Meta-analysis of Weaning, Decannulation, and Survival. *Otolaryngol Head Neck Surg U S*. 2021;165(3):398–405.
8. Williamson A, Roberts MT, Phillips J, Saha R. Early percutaneous tracheostomy for patients with COVID-19. *Anaesthesia*. 2021;76(1):138–9.
9. Carmichael H, Wright FL, McIntyre RC, Vogler T, Urban S, Jolley SE, et al. Early ventilator liberation and decreased sedation needs after tracheostomy in patients with COVID-19 infection. *Trauma Surg Acute Care Open*. 2021;6(1):1–7.
10. Long SM, Chern A, Feit NZ, Chung S, Ramaswamy AT, Li C, et al. Percutaneous and Open Tracheostomy in Patients with COVID-19. *Ann Surg*. 2020;Publish Ah(Xx).
11. Falimirski ME, Weigelt JA. Tracheostomy. *Oper Tech Gen Surg*. 2003;5(3):134–8.
12. Akbari A, Shekouhi R, Khaloo V, Shamsi T, Sohooli M, Hosseini SV, et al. Outcomes in severe COVID-19 patients following percutaneous versus open surgical tracheostomy: an analysis of clinical and prognostic indicators. *Cureus*. 2022;14(12):1–11.
13. Iftikhar IH, Teng S, Schimmel M, Duran C, Sardi A, Islam S. A network comparative meta-analysis of percutaneous dilatational tracheostomies using anatomic landmarks, bronchoscopic, and ultrasound guidance versus open surgical tracheostomy. *Lung*. 2019;197(3):267–75.

14. Klotz R, Probst P, Deininger M, Klaiber U, Grummich K, Diener MK, et al. Percutaneous versus surgical strategy for tracheostomy: a systematic review and meta-analysis of perioperative and postoperative complications. *Langenbecks Arch Surg.* 2018;403(2):137–49.
15. von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP. The strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *J Clin Epidemiol.* 2008;61(4):344–9.
16. Brasel KJ, Weigelt JA. Percutaneous tracheostomy. *Oper Tech Gen Surg.* 2003;5(3):181–7.
17. Ferro A, Kotecha S, Auzinger G, Yeung E, Fan K. Systematic review and meta-analysis of tracheostomy outcomes in COVID-19 patients. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2021;59(9):1013–23.
18. Battaglini D, Premraj L, White N, Sutt AL, Robba C, Cho SM, et al. Tracheostomy outcomes in critically ill patients with COVID-19: a systematic review, meta-analysis, and meta-regression. *Br J Anaesth.* 2022;129(5):679–92.
19. Tang Y, Wu Y, Zhu F, Yang X, Huang C, Hou G, et al. Tracheostomy in 80 COVID-19 Patients: A Multicenter, Retrospective. *Observ Study Front Med.* 2020;7(December):1–8.
20. Zuazua-Gonzalez A, Collazo-Lorduy T, Coello-Casariago G, Collazo-Lorduy A, Leon-Soriano E, Torralba-Moron A, et al. Surgical tracheostomies in COVID-19 patients: indications, technique, and results in a second-level spanish hospital. *OTO Open.* 2020;4(3):1–7.
21. Livneh N, Mansour J, Kassif R, Feinmesser G, Alon E. Early vs. late tracheostomy in ventilated COVID-19 patients – A retrospective study. *Am J Otolaryngol Neck Med Surg.* 2020;42(January):1–5.
22. Ji Y, Fang Y, Cheng B, Li L, Fang X. Tracheostomy timing and clinical outcomes in ventilated COVID-19 patients: a systematic review and meta-analysis. *Crit Care.* 2022;26(1):40.
23. Singh R, Rathore SS, Khan H, Karale S, Chawla Y, Iqbal K, et al. Association of obesity with COVID-19 severity and mortality: an updated systemic review, meta-analysis, and meta-regression. *Front Endocrinol.* 2022;13(June):1–18.
24. Zhang JJ, Dong X, Liu GH, Gao YD. Risk and protective factors for COVID-19 morbidity, severity, and mortality. *Clin Rev Allergy Immunol.* 2023;64(1):90–107.

### Anexos:

Tabla 1: Complicaciones de la traqueostomía percutánea con dilatadores

<b>Inmediatas</b>	<b>Tempranas</b>	<b>Tardías</b>
Sangrado	Fractura de anillos traqueales	Estenosis subglótica
Hipoxia	Obstrucción del tubo traqueal	decanulación accidental
Neumotórax	Posicionamiento paratraqueal	Fistula traqueoesofágica

Rutas falsas	Neumotórax/neumomediastino	Infección de sitio operatorio
Neumomediastino	Atelectasia	Disfagia
Trauma de pared posterior de la tráquea		disfonía
Perforación esofágica		
Enfisema subcutáneo		
Aumento de la presión intracraneal		
<i>Extraído de Mehta C, Mehta Y. Percutaneous tracheostomy. Ann Card Anaesth. 2017 Jan;20(Supplement):S19–25.</i>		

Figura 1: Metodología ilustrada de manera esquemática del estudio.

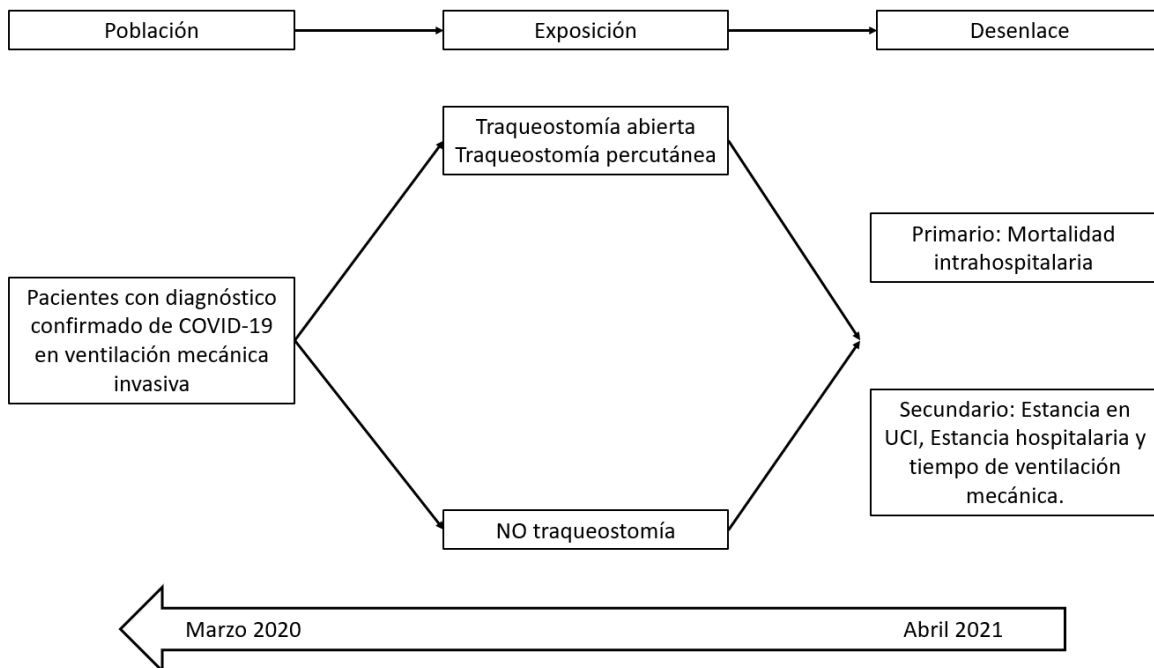


Figura 2: Esquema de flujo del proceso de selección de los pacientes para el estudio.

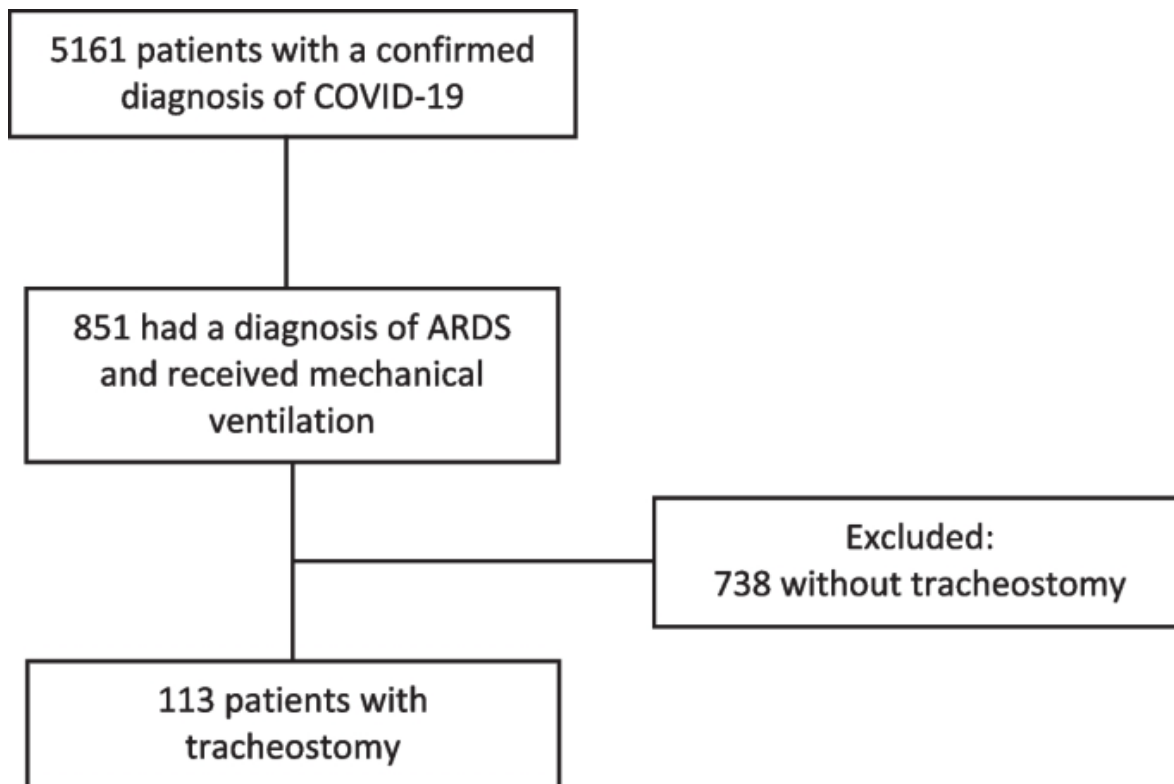


Tabla 2: Exposición de análisis bivariado correspondiente a los desenlaces en la totalidad de pacientes y clasificando según mortalidad hospitalaria.

	N (%)	Alive <i>n</i> = 55 (48.6%)	Dead <i>n</i> = 58 (51.3%)	<i>P</i> value
Age (median) (p25-p75)	66.0 (57.5 – 72.00)	61.0 (53.0 – 68.0)	70.0 (61.0 – 74.2)	< 0.001*
Sex				0.847
Male	77 (68.1)	37 (67.3)	40 (69.0)	
Female	36 (31.8)	18 (32.7)	18 (31.0)	
BMI (median) (p25-p75)	27.2 (23.5 – 31.2)	27.2 (23.4 – 31.5)	27.2 (23.7 – 31.2)	0.982*
Comorbidities				
Arterial hypertension	58 (51.3)	28 (50.9)	30 (51.7)	0.931
Diabetes mellitus	35 (30.9)	19 (34.5)	16 (27.6)	0.424

Cardiovascular disease	12 (10.6)	4 (7.3)	8 (13.8)	0.261
Chronic obstructive pulmonary disease	20 (17.6)	6 (10.9)	14 (24.1)	0.066
Chronic kidney disease	19 (16.8)	6 (10.9)	13 (22.4)	0.102
Oncologic disease	9 (7.9)	3 (5.5)	6 (10.3)	0.337
SOFA (median) (p25-p75)	7.0 (4.5 – 9.0)	7.0 (5.0 – 8.0)	7.0 (3.7 – 9.0)	0.972*
APACHE II (median) (p25-p75)	16.0 (12.0 – 21.0)	15.0 (12.0 – 20.0)	18.0 (12.0 – 23.0)	0.097*
PaO2/FiO2 intubation (median) (p25-p75)	79.0 (67.0 – 100.0)	78.0 (67.0 – 98.0)	84.0 (67.0 – 104.7)	0.367*
PaO2/FiO2 tracheostomy (median) (p25-p75)	150 (118.5 – 185.5)	164.0 (137.0 – 194.0)	142.5 (105.5 – 142.5)	<b>0.021*</b>
Intubation days (median) (p25-p75)	17.0 (14.0 – 20.5)	17.0 (14.0 – 21.0)	16.5 (13.0 – 20.0)	0.468*
Time of tracheostomy				<b>0.031</b>
Early	24 (21.2)	7 (12.7)	17 (29.3)	
Late	89 (78.7)	48 (87.3)	41 (70.7)	
Type of tracheostomy				<b>&lt; 0.001</b>
Percutaneous	40 (30.0)	30 (54.5)	10 (17.2)	
Open	73 (64.6)	25 (45.5)	48 (82.8)	
Mechanical ventilation Day 0				

Tidal volume (mL) (median) (p25- p75)	420 (400–450)	420 (400–460)	420 (400–440)	0.546*
Plateau pressure (cmH2O) (median) (p25- p75)	23 (21–25)	23 (21–26)	22 (20–25)	0.485*
Compliance static (mL/cmH2O) (median) (p25- p75)	32.3 (27.6–44.4)	34.3 (27.0–45.1)	30.7 (28.5–43)	0.673*
PEEP (cmH2O) (median) (p25- p75)	10 (10–12)	10 (10–12)	10 (10–12)	0.461*
Driving pressure (cmH2O) (median) (p25- p75)	12 (10–14)	12 (10–14.25)	12 (10–14)	0.824*
<b>Mechanical ventilation Day 4</b>				
Tidal volume (mL) (median) (p25- p75)	430 (400–467.5)	425 (400–470)	430 (402–460)	0.915*
Plateau pressure (cmH2O) (median) (p25- p75)	24 (22–26)	24.5 (21.2–27)	24 (22–24)	0.406*
Compliance static (mL/cmH2O) (median) (p25- p75)	33.8 (28.2–42)	34.0 (28.1–44.0)	33.8 (31.2–40)	0.857*

PEEP (cmH2O) (median) (p25- p75)	12 (10–12)	12 (10–12)	10.5 (10–12)	0.403*
Driving pressure (cmH2O) (median) (p25- p75)	13 (10–14)	13 (10.2–15)	12 (10.5–14)	0.718*
Days in hospital (median) (p25-p75)	38.0 (28.0 – 54.0)	50.0 (39.0 – 67.0)	28.0 (22.0 – 36.2)	<b>&lt; 0.001*</b>
Days in ICU (median) (p25-p75)	28.0 (22.0 – 38.0)	32.0 (26.0 – 44.0)	25.5 (17.7 – 32.0)	<b>&lt; 0.001*</b>
Decannulation	39 (34.5)	37 (67.3)	2 (3.4)	<b>&lt; 0.001</b>
<b>Complications</b>				
Bleeding	7 (6.1)	4 (7.3)	3 (5.2)	0.643
Surgical wound infection	2 (1.7)	2 (3.6)	0 (0.0)	0.143
Pneumothorax	1 (0.8)	0 (0.0)	1 (1.7)	0.328
Pneumomediastinum	1 (0.8)	0 (0.0)	1 (1.7)	0.328
Subcutaneous emphysema	2 (1.7)	1 (1.8)	1 (1.7)	0.970
Cardiac arrest	2 (1.7)	0 (0.0)	2 (3.4)	0.165
Laryngotracheal stenosis	1 (0.8)	1 (1.89)	0 (0.0)	0.302
Reintervention	6 (5.3)	2 (3.6)	4 (6.9)	0.440

1. Bold values indicate statistically significant  $p$ -values ( $p < 0.05$ )

2. *p*-values were obtained using Fisher's exact test
3. \**p*-values were obtained using the Mann–Whitney test

Tabla 3: Características de los pacientes con COVID 19 que fueron llevados a traqueostomía abierta y percutánea.

<b>N (%)</b>	<b>Percutaneous <i>n</i> = 40 (35.3%)</b>	<b>Open <i>n</i> = 73 (64.6%)</b>	<b><i>P</i> value</b>	
Age (median) (p25-p75)	66.0 (57.5 – 72.00)	63.0 (56.2 – 71.0)	67.0 (58.0 – 72.5)	0.352*
<b>Sex</b>				
Male	77 (68.1)	23 (57.5)	54 (73.9)	0.072
Female	36 (31.8)	17 (42.5)	19 (26.0)	
BMI (median) (p25-p75)	27.2 (23.5 – 31.2)	27.8 (22.5 – 31.7)	27.2 (23.7 – 29.7)	0.810*
<b>Comorbidities</b>				
Arterial hypertension	58 (51.3)	20 (50.0)	38 (52.0)	0.834
Diabetes mellitus	35 (30.9)	14 (35.0)	21 (28.7)	0.493
Cardiovascular disease	12 (10.6)	3 (7.5)	9 (12.3)	0.426
Chronic obstructive pulmonary disease	20 (17.6)	7 (17.5)	13 (17.8)	0.967

Chronic kidney disease	19 (16.8)	4 (10.0)	15 (20.5)	0.152
Oncologic disease	9 (7.9)	5 (12.5)	4 (5.4)	0.187
SOFA (median) (p25-p75)	7.0 (4.5 – 9.0)	8.0 (5.2 – 9.0)	6.0 (3.5 – 8.5)	<b>0.017*</b>
APACHE II (median) (p25-p75)	16.0 (12.0 – 21.0)	18.0 (13.0 – 23.0)	15.0 (11.5 – 20.5)	0.099*
PaO2/FiO2 intubation (median) (p25-p75)	79.0 (67.0 – 100.0)	83.0 (70.2 – 98.7)	78.0 (65.0 – 100.0)	0.347*
PaO2/FiO2 tracheostomy (median) (p25-p75)	150 (118.5 – 185.5)	162.0 (131.5 – 203.5)	147.0 (113.0 – 180.0)	0.141*
Intubation days (median) (p25-p75)	17.0 (14.0 – 20.5)	16.0 (14.0 – 18.0)	17.0 (14.0 – 21.0)	0.233*
Time of tracheostomy				0.808
Early	24 (21.2)	9 (22.5)	15 (20.5)	
Late	89 (78.7)	31 (77.5)	58 (79.4)	
Mechanical ventilation Day 0				
Tidal volume (mL) (median) (p25- p75)	420 (400–450)	420 (397.5– 457.5)	420 (400–450)	0.746*
Plateau pressure (cmH2O) (median) (p25- p75)	23 (21–25)	22.5 (21.75– 25.25)	23 (20–25)	0.475*

Compliance static (mL/cmH2O) (median) (p25- p75)	32.3 (27.6–44.4)	31.4 (26.25– 39.8)	34.6 (28.5– 44.4)	0.367*
PEEP (cmH2O) (median) (p25- p75)	10 (10–12)	10 (10–12)	10 (10–12)	0.881*
Driving pressure (cmH2O) (median) (p25- p75)	12 (10–14)	12.5 (10.75– 14)	12 (10–14)	0.633*
Mechanical ventilation Day 4				
Tidal volume (mL) (median) (p25- p75)	430 (400–467.5)	409 (396.5– 470)	430 (412.5– 460)	0.261*
Plateau pressure (cmH2O) (median) (p25- p75)	24 (22–26)	25 (23–27)	23.5 (21.2–25)	0.069*
Compliance static (mL/cmH2O) (median) (p25- p75)	33.8 (28.2–42)	29.3 (26.6– 39.4)	35 (31.4–41.5)	0.137*
PEEP (cmH2O) (median) (p25- p75)	12 (10–12)	12 (10–12)	12 (10–12)	0.876*

Driving pressure (cmH2O) (median) (p25-p75)	13 (10–14)	14 (11–15)	12 (10–14)	0.126*
Days in hospital (median) (p25-p75)	38.0 (28.0 – 54.0)	44.0 (33.0 – 56.7)	35.0 (24.0 – 50.5)	<b>0.012*</b>
Days in ICU (median) (p25-p75)	28.0 (22.0 – 38.0)	29.0 (25.0 – 29.0)	27.0 (20.5 – 35.0)	0.180*
Decannulation	39 (34.5)	26 (65.0)	13 (17.8)	<b>&lt; 0.001</b>
Complications				
Bleeding	7 (6.1)	1 (2.5)	6 (8.2)	0.228
Surgical wound infection	2 (1.76)	1 (2.5)	1 (1.3)	0.663
Pneumothorax	1 (0.88)	0 (0.0)	1 (1.3)	0.457
Pneumomediastinum	1 (0.8)	1 (2.5)	0 (0.0)	0.175
Subcutaneous emphysema	2 (1.7)	1 (2.5)	1 (1.3)	0.663
Cardiac arrest	2 (1.7)	1 (2.5)	1 (1.3)	0.663

Laryngotracheal stenosis	1 (0.8)	0 (0.0)	1 (1.3)	0.457
Reintervention	6 (5.3)	2 (5.0)	4 (5.4)	0.913
In-hospital mortality	58 (51.3)	10 (25.0)	48 (65.7)	<b>&lt; 0.00</b>

Tabla 4: Características de los pacientes con COVID-19 que fueron llevados a traqueostomía temprana versus tardía.

N (%)	Early <i>n</i> = 24 (%)	Late <i>n</i> = 89 (%)	<i>P</i> value	
Age (median) (p25-p75)	66.0 (57.5 – 72.00)	68.0 (60.7 – 71.0)	64.0 (56.5 – 73.0)	0.413
Sex				0.861
Male	77 (68.1)	16 (66.6)	61 (68.5)	
Female	36 (31.8)	8 (33.3)	28 (31.4)	
BMI (median) (p25-p75)	27.2 (23.5 – 31.2)	26.2 (23.7 – 29.6)	27.3 (23.4 – 31.5)	0.603*
Comorbidities				
Arterial hypertension	58 (51.3)	15 (62.5)	43 (48.3)	0.217
Diabetes mellitus	35 (30.9)	8 (33.3)	27 (30.3)	0.778
Cardiovascular disease	12 (10.6)	1 (4.1)	11 (12.3)	0.248

Chronic obstructive pulmonary disease	20 (17.6)	9 (37.5)	11 (12.3)	<b>0.004</b>
Chronic kidney disease	19 (16.8)	5 (20.8)	14 (15.7)	0.553
Oncologic disease	9 (7.9)	1 (4.1)	8 (8.9)	0.439
SOFA (median) (p25-p75)	7.0 (4.5 – 9.0)	6.0 (5.0 – 9.0)	7.0 (4.0 – 9.0)	0.989*
APACHE II (median) (p25-p75)	16.0 (12.0 – 21.0)	17.5 (12.0 – 23.7)	15.0 (12.0 – 21.0)	0.471*
PaO2/FiO2 intubation (median) (p25-p75)	79.0 (67.0 – 100.0)	82.5 (68.0 – 115.2)	78.0 (67.0 – 98.5)	0.489*
PaO2/FiO2 tracheostomy (median) (p25-p75)	150 (118.5 – 185.5)	143.5 (99.5 – 179.0)	155.0 (125.0 – 192.0)	0.179*
Intubation days (median) (p25-p75)	17.0 (14.0 – 20.5)	12.0 (10.0 – 13.0)	17.0 (15.5 – 22.0)	<b>&lt; 0.001*</b>
Type of tracheostomy				0.808
Percutaneous	40 (30.0)	9 (37.5)	31 (34.8)	
Open	73 (64.6)	15 (62.5)	58 (65.1)	
Days in hospital (median) (p25-p75)	38.0 (28.0 – 54.0)	30.5 (19.2 – 45.5)	40.0 (31.0 – 55.00)	<b>0.009*</b>

Days in ICU (median) (p25-p75)	28.0 (22.0 – 38.0)	19.5 ( 16.2 – 27.7)	29.0 (25.0 – 39.0)	< <b>0.001</b> *
Decannulation	39 (34.5)	4 (16.6)	35 (39.3)	<b>0.038</b>
Complications				
Bleeding	7 (6.1)	2 (8.3)	5 (5.6)	0.624
Surgical wound infection	2 (1.7)	0 (0.0)	2 (2.2)	0.459
Pneumothorax	1 (0.8)	0 (0.0)	1 (1.1)	0.602
Pneumomediastinum	1 (0.8)	0 (0.0)	1 (1.1)	0.602
Subcutaneous emphysema	2 (1.7)	1 (4.1)	1 (1.1)	0.316

Cardiac arrest	2 (1.7)	2 (8.3)	0 (0.0)	<b>0.006</b>
Laryngotracheal stenosis	1 (0.8)	0 (0.0)	1 (1.1)	0.602
Reintervention	6 (5.3)	1 (4.1)	5 (5.6)	0.778
In-hospital mortality	58 (51.3)	17 (70.8)	41 (46.0)	<b>0.031</b>

Figura 3: Estancia en unidad de cuidados intensivos de acuerdo con la temporalidad de la traqueostomía y a la realización de traqueostomía abierta o percutánea.

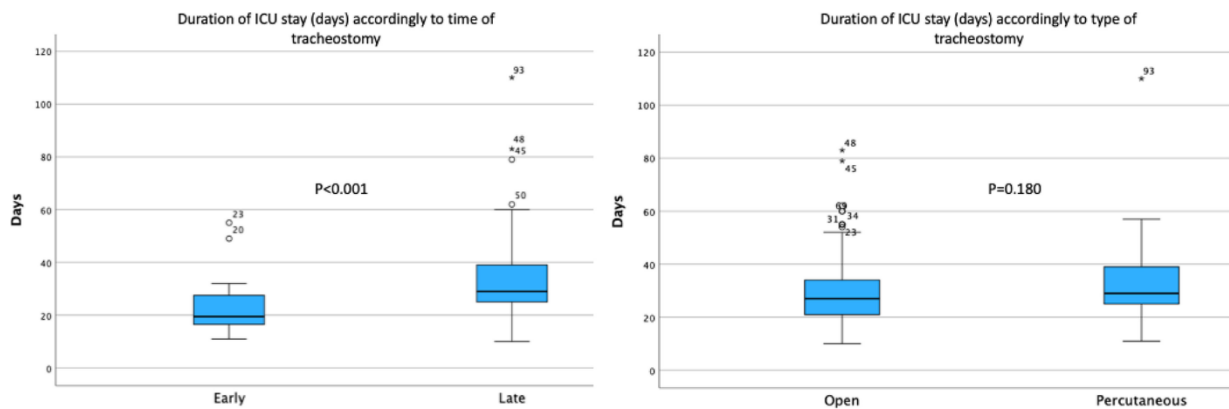


Figura 4: Regresión logística binomial de los factores asociados a mortalidad.

