

## ARTÍCULO ORIGINAL

# CARACTERÍSTICAS Y FACTORES ASOCIADOS A LA MORTALIDAD EN PACIENTES CON COVID-19 TRAQUEOSTOMIZADOS: ESTUDIO DE COHORTE RETROSPECTIVO EN UN HOSPITAL DE TACNA, PERÚ

Rodrigo Jesús Flores Palacios<sup>1,2,a</sup>, Miguel Hueda Zavaleta<sup>1,3,b</sup>, Andrés Guillermo Gutiérrez Avila<sup>1,a</sup>, Juan Carlos Gómez de la Torre<sup>4,b,c</sup>, Vicente Aleixandre Benites Zapata<sup>5,d</sup>

<sup>1</sup> Hospital III Daniel Alcides Carrión, Tacna, Perú.

<sup>2</sup> Escuela de Posgrado, Universidad Privada de Tacna, Tacna, Perú.

<sup>3</sup> Diagnóstico, tratamiento e investigación de enfermedades infecciosas y tropicales, Universidad Privada de Tacna, Tacna, Perú.

<sup>4</sup> Laboratorio Clínico Roe, Lima, Perú.

<sup>5</sup> Universidad San Ignacio de Loyola, Unidad de Investigación para la Generación y Síntesis de Evidencias en Salud, Lima, Perú.

<sup>a</sup> Médico cirujano, especialista en Medicina Intensiva; <sup>b</sup> médico cirujano, especialista en Enfermedades Infecciosas y Tropicales; <sup>c</sup> médico cirujano, especialista en Patología Clínica; <sup>d</sup> médico cirujano, maestro en Investigación Epidemiológica.

## RESUMEN

**Objetivo.** Describir las principales características demográficas, clínicas, laboratoriales y terapéuticas e identificar si están asociados con la mortalidad en pacientes traqueostomizados. **Material y métodos.** Estudio de cohorte retrospectiva en pacientes adultos con diagnóstico de COVID-19, ingresados a UCI (Unidad de Cuidados Intensivos) y que requirieron traqueostomía. Se extrajeron datos demográficos, clínicos, laboratoriales y de tratamiento de las historias clínicas de pacientes que ingresaron al Hospital III Daniel Alcides Carrión de Tacna. Para el análisis de supervivencia se empleó el modelo de riesgos proporcionales de Cox y se calcularon los cocientes de riesgo instantáneos (HR) con sus intervalos de confianza al 95% (IC95%). **Resultados.** Se evaluaron 73 pacientes, el 72,6% eran hombres, las comorbilidades más comunes fueron obesidad (68,5%), diabetes *mellitus* tipo 2 (35,6%) e hipertensión arterial (34,2%). El 37% de los participantes fallecieron durante la estancia en UCI. La mediana de tiempo desde la intubación hasta la traqueostomía y la duración de esta fue 17 (RIC: 15–21) y 21 (RIC: 3–39) días, respectivamente. El análisis multivariado mostró que los factores asociados a mortalidad, fueron presentar un valor de procalcitonina > 0,50 ng/dL en el momento de la traqueostomía (HRa: 2,40 IC95%: 1,03–5,59) y el nivel de PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> menor o igual a 150 mmHg, (HRa: 4,44 IC95%: 1,56–12,60). **Conclusiones.** Los factores asociados a mortalidad al momento de realizar la traqueostomía fueron presentar un valor de procalcitonina > 0,50 ng/dL y un cociente PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> menor o igual a 150 mmHg.

**Palabras clave:** Traqueostomía; Traqueotomía; Supervivencia; SARS-CoV-2; COVID-19; Mortalidad; Perú; Factores de riesgo (Fuente: DeCS BIREME).

## CHARACTERISTICS AND FACTORS ASSOCIATED WITH MORTALITY IN TRACHEOSTOMIZED PATIENTS WITH COVID-19: A RETROSPECTIVE COHORT STUDY IN A HOSPITAL IN TACNA, PERU

## ABSTRACT

**Objective:** We aimed to describe the main demographic, clinical, laboratory and therapeutic characteristics and to identify whether they are associated with mortality in tracheostomized patients. **Material and methods.** Retrospective cohort study in adult patients diagnosed with COVID-19, admitted to ICU (Intensive Care Unit) and requiring tracheostomy. Demographic, clinical, laboratory and treatment data were obtained from the medical records of patients admitted to Hospital III Daniel Alcides Carrión in Tacna. The Cox proportional hazards model was used for survival analysis and hazard ratios (HR) with their 95% confidence intervals (95%CI) were calculated. **Results.** We evaluated 73 patients, 72.6% were men, the most common comorbidities were obesity (68.5%), type 2 diabetes mellitus (35.6%), and arterial hypertension (34.2%). Thirty-seven percent of the participants died during their stay at the ICU. The median time from intubation to tracheostomy and the duration of tracheostomy was 17 (RIC: 15-21) and 21 (RIC: 3-39) days, respectively. Multivariate analysis showed that the factors associated with mortality were procalcitonin > 0.50 ng/dL at the time of tracheostomy (HRa: 2.40 95%CI: 1.03-5.59) and a PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ratio less than or equal to 150 mmHg (HRa: 4.44 95%CI: 1.56-12.60). **Conclusions.** The factors associated with mortality at the time of tracheostomy were procalcitonin > 0.50 ng/dL and a PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ratio less than or equal to 150 mmHg.

**Keywords:** Tracheostomy; Tracheotomy; Survival; SARS-CoV-2; COVID-19; Mortality; Peru; Risk Factors (Source: MeSH NLM).

**Citar como:** Flores Palacios RJ, Hueda Zavaleta M, Gutiérrez Avila AG, Gómez de la Torre JC, Benites Zapata VA. Características y factores asociados a la mortalidad en pacientes con COVID-19 traqueostomizados: estudio de cohorte retrospectivo en un hospital de Tacna, Perú. Rev Peru Med Exp Salud Publica. 2023;40(4):441-50. doi: [10.17843/rpmesp.2023.404.12629](https://doi.org/10.17843/rpmesp.2023.404.12629).

**Correspondencia.** Miguel Hueda-Zavaleta; [mighueda@virtual.upt.pe](mailto:mighueda@virtual.upt.pe)

**Recibido:** 09/02/2023  
**Aprobado:** 18/10/2023  
**En línea:** 18/12/2023



Esta obra tiene una licencia de Creative Commons Atribución 4.0 Internacional

Copyright © 2023, Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública

## INTRODUCCIÓN

La enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19), ha ocasionado más de 5,4 millones de muertes en todo el mundo y es la más importante crisis de salud desde la pandemia de influenza en 1918 <sup>(1)</sup>. Hasta el 24 de julio del 2023, en el Perú se diagnosticaron cerca de 4,5 millones de casos de COVID-19 con 221 203 fallecidos y una letalidad del 4,9% <sup>(2)</sup>. Perú es el séptimo país con mayor cantidad de fallecidos en el mundo y el tercero en Latinoamérica <sup>(3)</sup>.

Los pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA) y COVID-19, suelen permanecer intubados durante periodos prolongados <sup>(4)</sup>. Cuando el tiempo de intubación y ventilación mecánica supera los 14 días (ventilación mecánica prolongada) la traqueostomía desempeña un rol fundamental en el manejo de estos pacientes, al permitir una mejor gestión de la vía aérea y facilitar la retirada del soporte ventilatorio invasivo. La traqueostomía se ha asociado a menor necesidad de sedación profunda, menor tiempo de destete del ventilador mecánico, menor estancia en la unidad de cuidados intensivos (UCI) y menor estancia hospitalaria <sup>(5)</sup>.

Sin embargo, la mayoría de pacientes en UCI candidatos a traqueostomía, tienen mayor riesgo de fallecer, debido a las siguientes características: a) La estancia en la UCI aumenta el riesgo de infecciones nosocomiales <sup>(6)</sup>; b) la ventilación mecánica prolongada, que requiere mayor tiempo de sedación, analgesia y relajación muscular, ocasiona polineuropatía y miopatía asociadas a la inmovilidad <sup>(7)</sup>, c) el delirio al retiro de la sedoanalgesia; d) el proceso inflamatorio severo (tormenta de citoquinas) provocado por la COVID-19 afecta directamente el intercambio gaseoso <sup>(8)</sup> y e) la edad avanzada y presencia de comorbilidades que suelen presentar los pacientes admitidos en la UCI <sup>(9)</sup>.

Asimismo, la traqueostomía es un procedimiento que no está exento de riesgos y complicaciones potenciales como hemorragia, infección del sitio quirúrgico, neumotórax y estenosis traqueal. Todas estas condiciones hacen que la realización de la traqueostomía no sea siempre segura <sup>(4)</sup>. Por lo tanto, aunque un paciente con COVID-19 grave tenga la indicación de una traqueostomía, se debe identificar aquellos factores asociados a mayor mortalidad, para mejorar la toma de decisiones clínicas y optimizar los resultados, teniendo en cuenta la alta complejidad de estos y la mortalidad ya acumulada por las propias condiciones basales de estos pacientes.

Hasta el momento los factores relacionados a la mortalidad en los pacientes críticamente enfermos traqueostomizados por COVID-19, son el nivel de proteína C reactiva (PCR) elevado en el momento de la traqueostomía <sup>(10)</sup>, mayor requerimiento de fracción inspirada de oxígeno (FiO<sub>2</sub>) <sup>(11)</sup> y el momento temprano de realización <sup>(12)</sup>. Lamentablemente, la mayoría de esta información proviene de países desarro-

### MENSAJES CLAVE

**Motivación para realizar el estudio.** Los pacientes con diagnóstico de COVID-19 que son candidatos a la realización de una traqueostomía, son pacientes complejos con larga estancia hospitalaria y alto riesgo de muerte, la realización de este procedimiento médico en las mejores condiciones posibles resulta fundamental para su supervivencia.

**Principales hallazgos.** Los factores de riesgo de fallecer al momento de realizar una traqueostomía fueron presentar niveles bajos del cociente PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> (menor o igual a 150) y un nivel de procalcitonina >0,5 ng/mL.

**Implicancias.** El reconocimiento temprano de estos factores de riesgo, pueden ayudar a encontrar el mejor momento del paciente para realizar la traqueostomía de manera más segura y con menores complicaciones.

llados, y no refleja la realidad de Perú, país que tiene un frágil sistema de salud. En este contexto, la enfermedad crítica por COVID-19 fue más frecuente, agresiva y mortal <sup>(13)</sup>, ya que luego de las tres olas de esta enfermedad, hubo un aumento de pacientes críticos respiratorios y de pacientes traqueostomizados, con una mortalidad del 32,9% en nuestra UCI <sup>(14)</sup>.

El objetivo de este trabajo es describir las características demográficas, clínicas, laboratoriales, terapéuticas e identificar los predictores que permitan identificar oportunamente los pacientes con COVID-19 que tienen mayor riesgo de fallecer luego de una traqueostomía percutánea, ya que este grupo de pacientes constituyen una población con estancia prolongada y alta mortalidad <sup>(15)</sup>.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Diseño del estudio

Se realizó un estudio de tipo cohorte retrospectiva, los datos se recolectaron entre septiembre y octubre del 2022 e incluyó a los pacientes con COVID-19 crítico, definido por la presencia de SDRA, sepsis o shock séptico <sup>(16)</sup>; que estuvieron hospitalizados en el Hospital Daniel Alcides Carrion de Tacna, desde el 28 de marzo del 2020 al 1 de marzo del 2022.

### Población

Se analizaron 329 historias clínicas obtenidas del Servicio de Salud Inteligente (ESSI), el cual es un software donde se encuentran las historias clínicas en formato digital <sup>(17)</sup>, que incluyen a la totalidad de pacientes hospitalizados en la UCI de COVID-19 (UCI-COVID-19) del Hospital Daniel Alcides Carrion – EsSalud, nivel III ubicado en Tacna, Perú, que tiene más de 120 camas para pacientes con COVID-19 y 14 camas en la UCI-COVID <sup>(14)</sup>. Los pacientes críticos fueron

tratados de acuerdo con los protocolos institucionales elaborados para pacientes con COVID-19 grave; estos protocolos se actualizan de acuerdo con la nueva evidencia científica.

Se incluyeron pacientes mayores de 18 años, admitidos en la UCI-COVID, con diagnóstico confirmado de infección por el SARS-CoV-2, insuficiencia respiratoria grave por COVID-19 y necesidad de ventilación mecánica invasiva que, durante su estancia hospitalaria, requirieron la colocación de una traqueostomía percutánea. Todas las traqueostomías fueron realizadas de forma percutánea, por dos médicos de la UCI, uno encargado de la vía aérea y el otro encargado del procedimiento propiamente dicho. Se excluyeron a pacientes que ingresaron a la UCI, por motivo diferente de neumonía por COVID-19, pacientes con datos clínicos/laboratoriales incompletos y pacientes cuyo desenlace no fue muerte o decanulación. La muerte del paciente se corroboró a través del ESSI.

Si bien se analizaron 329 historias clínicas, solo se incluyeron 73 historias clínicas de pacientes traqueostomizados. La potencia estadística se calculó en base al estudio de Tang *et al.* (26), donde el 73,3% de los pacientes con traqueostomía temprana ( $\leq 14$  días) murieron durante el seguimiento, en comparación con el 42% de mortalidad en aquellos con traqueostomía tardía ( $> 14$  días). Asimismo, se consideró una razón de no expuestos/expuestos de 1,30 (73/56). Con estos parámetros, con un nivel de confianza del 95% y 73 participantes de nuestra muestra se obtuvo un poder estadístico de 76,5%.

### Variables de estudio

Se consideró como variable dependiente, la muerte durante la hospitalización (sí/no), siendo los sobrevivientes los pacientes que fueron decanulados y posteriormente dados de alta, esta información se recolectó directamente del ESSI. Las variables independientes fueron la edad (años), el sexo (masculino/femenino). Las comorbilidades se consideraron variables dicotómicas (sí/no) y fueron obesidad, diabetes *mellitus*, hipertensión arterial, y enfermedad renal crónica. El periodo de infección se consideró por años: 2020, 2021 y 2022. La vacunación (2 dosis /3 dosis). Las variables temporales que se consideraron fueron: estancia hospitalaria (días), estancia en UCI (días), días de ventilación mecánica, días desde la intubación hasta la traqueostomía, días de traqueostomía y se categorizó a la traqueostomía tardía como  $> 14$  días (sí/no).

Los datos de laboratorio fueron leucocitos ( $> 12\,000$  células/mm<sup>3</sup>), proteína C reactiva (PCR  $> 6$  mg/dL), procalcitonina (procalcitonina  $> 0,5$  ng/dL), PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> (presión arterial de oxígeno / fracción inspirada de oxígeno) al momento de la traqueostomía ( $\leq 150$  mmHg), creatinina ( $> 1,3$  mg/dL). Las variables ventilatorias fueron: FiO<sub>2</sub> ( $> 35\%$ ), PEEP (presión positiva al final de la espiración) ( $> 8$  cm H<sub>2</sub>O), volumen tidal ( $> 460$  mL) y presión Inspiratoria (15 cm H<sub>2</sub>O), presión pico ( $> 25$  cm H<sub>2</sub>O), frecuencia respiratoria ( $> 25$  rpm). Las complicaciones durante la hospitalización fueron: sobreinfeccio-

nes, definidas como deterioro clínico registrado y asociado a un cultivo positivo (sí/no), estas fueron: bacteriemia (sí/no), neumonía asociada a ventilador (sí/no), infección del tracto urinario (sí/no), shock séptico (sí/no) y barotrauma (sí/no).

### Procedimientos

Se incluyeron a todos los pacientes hospitalizados durante la pandemia de COVID-19, desde el 28 de marzo del 2020 al 1 de marzo del 2022. Una vez identificados se procedió a la revisión de historias clínicas a través del ESSI, se recabó la información de sus comorbilidades, diagnósticos, exámenes de laboratorio, procedimientos y desenlace.

La información fue recolectada por los investigadores del estudio (RFP, MHZ y AGA) en una hoja de cálculo creada en Microsoft Excel 2019, se hizo doble digitación para el control de inconsistencias, se detallaron características demográficas, clínicas y laboratoriales, al momento de la realización de la traqueostomía y adicionalmente también se recopiló la terapéutica instaurada y su desenlace durante la hospitalización (decanulación o muerte).

El seguimiento de los casos se hizo durante su estancia en cuidados críticos, se consideró tiempo cero el momento de la traqueostomía y el tiempo final a la ocurrencia de la muerte o alta de la unidad de cuidados intensivos en los pacientes decanulados.

### Análisis estadístico

Los datos se importaron al programa Stata® v17 (Stata-Corp., College Station, TX, EE.UU.) Las comparaciones se realizaron entre los pacientes críticamente enfermos portadores de traqueostomía, que lograron ser decanulados con éxito y los que fallecieron durante su estancia en la UCI-COVID. Las variables categóricas se expresaron como frecuencias y porcentajes, y las variables categóricas numéricas como medianas y rangos intercuartílicos, según corresponda. Todas las pruebas de hipótesis fueron de dos colas, con un nivel de significancia de 0,05. Para la comparación de variables se empleó la prueba chi cuadrado o la prueba exacta de Fisher (según corresponda) y la prueba U-Mann-Whitney en las variables numéricas, debido a su distribución no normal. Para determinar los factores asociados a mortalidad al momento de realizar la traqueostomía, se usó el modelo de riesgos proporcionales de Cox, teniendo como variable temporal a los días transcurridos desde la hospitalización hasta la muerte o alta (en los decanulados), para identificar los cocientes de riesgos instantáneos (HR) crudos y ajustados y sus respectivos intervalos de confianza (IC) del 95%.

Las variables que ingresaron al análisis crudo fueron aquellas que mostraron asociación estadísticamente significativa en el análisis bivariado de mortalidad ( $p < 0,05$ ). Las variables que ingresaron al análisis ajustado fueron aquellas que mostraron asociación estadísticamente significativa con mortalidad en el análisis crudo ( $p < 0,05$ ). Se corroboraron

los supuestos de proporcionalidad mediante residuos de Schoenfeld. La colinealidad de las variables ingresadas a la regresión de Cox fueron calculadas mediante el factor de inflación de la varianza (VIF) teniendo como punto de corte 6.0. Todos los valores de las variables incluidas en la regresión fueron aceptables [periodo de infección (VIF=3,06), procalcitonina >0,5ng/dL (VIF=1,73), PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ≤150 mmHg (VIF=2,21), FiO<sub>2</sub> >35% (VIF=1,98), y presión pico >25 (VIF=3,33)].

Finalmente, describimos la supervivencia de los pacientes sometidos a traqueostomía admitidos por COVID-19 mediante el método de Kaplan-Meier. Se utilizó la prueba de log-rank para evaluar las diferencias entre las funciones de supervivencia.

### Aspectos éticos

El presente trabajo de investigación está suscrito a las normas de Helsinki para la investigación en seres humanos. Se obtuvo la aprobación del protocolo de investigación por parte del comité de ética del Hospital III Daniel Alcides Carrión (CIEI-Tacna-N.º 036). Se registró el trabajo de investigación en la plataforma de Proyectos de Investigación en Salud (PRISA) del Instituto Nacional de Salud con el código EI00000003060. Debido a la naturaleza retrospectiva y observacional del estudio, no se solicitó consentimiento informado, además se guardó la confidencialidad de los datos escrutados.

## RESULTADOS

De los 329 pacientes críticos hospitalizados en la UCI-COVID-19, a 83 (25,2%) se les realizó traqueostomía como parte de su evolución, pero 10 no cumplieron los criterios de inclusión (un paciente ingreso con diagnóstico diferente a neumonía por COVID-19, 2 pacientes no tuvieron el desenlace de muerte o decanulación y 7 pacientes tenían datos clínicos y de laboratorios incompletos), se incluyó un total de 73 historias clínicas de pacientes admitidos en UCI-COVID con diagnóstico de infección por SARS-CoV-2, neumonía por COVID-19 y portadores de traqueostomía percutánea.

La mediana de edad fue 59 (RIC: 52–66) años, el 72,6% fueron varones y solo el 6,8% estaban vacunados contra el SARS-CoV-2. Las comorbilidades más frecuentes fueron obesidad (68,4%), diabetes *mellitus* tipo 2 (35,6%) e hipertensión arterial (34,2%).

La mediana de tiempo de estancia en UCI y de ventilación mecánica (VM) fue de 32 (RIC: 24-41) y 31 (RIC: 24-43) días, respectivamente, la mediana de tiempo de permanencia de la traqueostomía fue de 18 (RIC: 10-25) días (decanulación o muerte) y el momento de realización de la traqueostomía fue a los 17 (RIC: 15-20) días contados desde el momento de la intubación.

En relación con los análisis de laboratorio, la mediana de PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> en el momento de la traqueostomía fue 213 (RIC: 175-270), procalcitonina en 0,22 ng/mL (RIC: 0,13-0,40), PCR de 6,35 mg/dL (RIC: 3,2-12,1), leucocitos de 11,950 cel/mL (8,810-15,510). En cuanto a las variables de la ventilación mecánica, el FiO<sub>2</sub> al momento de la traqueostomía fue de 30% (RIC: 28-35), la PEEP (presión positiva al final de la espiración) fue 7 cm H<sub>2</sub>O (RIC: 6-8), la presión inspiratoria de 15 cm H<sub>2</sub>O (RIC: 14-18) y el volumen tidal de 466 mL (RIC: 406-509).

En cuanto al tratamiento, 71 (97,3%) pacientes recibían antibióticos, 20 (27,4%) antifúngicos y 9 (12,3%) vasopresores en el momento de realización de la traqueostomía. Las complicaciones infecciosas fueron: neumonía asociada a VM en 66 pacientes (90,4%), bacteriemia 14 (19,2%) e infección del tracto urinario en 9 (12,3%) pacientes. Durante la estancia en UCI, 27 (37%) pacientes traqueostomizados fallecieron; y 46 (63%) fueron decanulados con éxito y fueron dados de alta (Tabla 1).

No se observaron diferencias significativas respecto a la mortalidad en pacientes según grupo etario, sexo, estado de vacunación, comorbilidades, tiempo de estancia en UCI, tiempo en ventilación mecánica, momento de la traqueostomía, ni según los tratamientos recibidos. Sin embargo, el tiempo de permanencia de la traqueostomía, fue superior en los que lograron su decanulación, con respecto a los que fallecieron (21 vs. 15 días; p=0,043). Asimismo, La PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> fue menor en el grupo de pacientes que fallecieron (p<0,001), mientras que un valor de procalcitonina >0,5mg/dL, mayor valor de FiO<sub>2</sub>, presión inspiratoria y presión pico al momento de la traqueostomía fueron asociados con mayor riesgo de fallecer.

Los factores asociados a mortalidad se evaluaron mediante el análisis de regresión de riesgos proporcionales de Cox. En el análisis ajustado, la procalcitonina >0,50 en el momento de la traqueostomía se mostró como un factor asociado a mortalidad con un HRa de 2,40 (IC 95%: 1,03-2,59). Asimismo, el nivel de PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ≤150 mmHg se asoció de forma independiente con mayor mortalidad, presentando un HRa de 4,40 (IC 95%: 1,56-12,60) (Tabla 2). La figura 1 presenta las curvas de supervivencia de Kaplan-Meier para las variables PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> (p<0,001) y procalcitonina (p<0,001).

## DISCUSIÓN

En el presente estudio falleció el 36,9% de todos los pacientes que fueron traqueostomizados por COVID-19. Además que pudimos establecer dos factores de riesgo para mortalidad, que son el valor de procalcitonina >0,5 ng/dL, y los niveles bajos del cociente PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> (menor o igual a 150) al momento de la realización de la traqueostomía.

La mortalidad reportada en pacientes con traqueostomía y COVID-19, oscila entre 15 a 66%<sup>(18-21)</sup>. Un metaanálisis de

**Tabla 1.** Características clínicas, de laboratorio y parámetros ventilatorios de la población de estudio y comparación entre decanulados sobrevivientes y fallecidos. (Continúa en la página 446)

| Variable   | Total<br>n=73 (%) | Sobrevivientes<br>decanulados<br>n=46 (%) | Fallecidos<br>n=27 (%) | Valor de p          |
|--|-------------------|---|------------------------|---------------------|
| Características demográficas                               |                   |   |                        |                     |
| Edad <sup>a</sup>  | 59 (52-66)        | 58,5 (49-65)                              | 61 (52-66)             | 0,212 <sup>b</sup>  |
| Sexo   |                   |   |                        |                     |
| Masculino  | 53 (72,6)         | 34 (64,2)                                 | 19 (35,8)              | 0,743 <sup>c</sup>  |
| Femenino   | 20 (27,4)         | 12 (60,0)                                 | 8 (40,0)               |                     |
| Características clínicas                                   |                   |   |                        |                     |
| Comorbilidades   |                   |   |                        |                     |
| Sí   | 65 (89,0)         | 39 (60,0)                                 | 26 (40,0)              | 0,247 <sup>c</sup>  |
| No   | 8 (11,0)          | 7 (87,5)                                  | 1 (12,5)               |                     |
| Obesidad   |                   |   |                        |                     |
| Sí   | 50 (68,5)         | 20 (58,0)                                 | 21 (42,0)              | 0,191 <sup>c</sup>  |
| No   | 23 (31,5)         | 17 (73,9)                                 | 6 (26,1)               |                     |
| Diabetes mellitus  |                   |   |                        |                     |
| Sí   | 26 (35,6)         | 15 (57,7)                                 | 11 (42,3)              | 0,484 <sup>c</sup>  |
| No   | 47 (64,4)         | 31 (65,9)                                 | 16 (34,1)              |                     |
| Hipertensión   |                   |   |                        |                     |
| Sí   | 25 (34,3)         | 15 (60,0)                                 | 10 (40,0)              | 0,700 <sup>c</sup>  |
| No   | 48 (65,7)         | 31 (64,6)                                 | 17 (35,4)              |                     |
| Enfermedad renal crónica                                   |                   |   |                        |                     |
| Sí   | 3 (4,1)           | 2 (66,7)                                  | 1 (33,3)               | 0,693 <sup>d</sup>  |
| No   | 70 (95,9)         | 44 (62,8)                                 | 26 (37,2)              |                     |
| Periodo de infección                                       |                   |   |                        |                     |
| 2020   | 22 (30,1)         | 10 (21,7)                                 | 12 (44,4)              |                     |
| 2021   | 42 (57,5)         | 32 (69,6)                                 | 10 (37,0)              | 0,025 <sup>c</sup>  |
| 2022   | 9 (12,4)          | 4 (8,7)                                   | 5 (18,6)               | 0,261 <sup>d</sup>  |
| Vacunación contra SARS-CoV-2                               |                   |   |                        |                     |
| 2 dosis  | 2 (2,7)           | 0 (0,0)                                   | 2 (100,0)              |                     |
| 3 dosis  | 3 (4,1)           | 2 (66,7)                                  | 1 (33,3)               |                     |
| Días de estancia hospitalaria <sup>a</sup>                 | 41 (34-51)        | 47,5 (39-57)                              | 34 (29-40)             | <0,001 <sup>b</sup> |
| Días de estancia en UCI <sup>a</sup>                       | 32 (24-41)        | 32,5 (24-46)                              | 27 (22-36)             | 0,172 <sup>b</sup>  |
| Días en ventilación mecánica <sup>a</sup>                  | 31 (24-43)        | 31,5 (23-45)                              | 31 (27-38)             | 0,899 <sup>b</sup>  |
| Días desde intubación hasta traqueostomía <sup>a</sup>     | 17 (15-20)        | 16 (13-21)                                | 17 (15-20)             | 0,791 <sup>b</sup>  |
| Días de traqueostomía <sup>a</sup>                         | 18 (10-25)        | 19 (10,5-27,5)                            | 13 (8-20)              | 0,087 <sup>b</sup>  |
| Traqueostomía tardía >14 días                              |                   |   |                        |                     |
| Sí   | 56 (76,7)         | 33 (58,9)                                 | 23 (41,1)              | 0,189 <sup>c</sup>  |
| No   | 17 (23,3)         | 13 (76,5)                                 | 4 (23,5)               |                     |
| Características laboratoriales al momento de Traqueostomía |                   |   |                        |                     |
| Leucocitos >12000 cel/mm <sup>3</sup>                      |                   |   |                        |                     |
| Sí   | 36 (49,3)         | 19 (52,8)                                 | 17 (47,2)              | 0,074 <sup>c</sup>  |
| No   | 37 (50,7)         | 27 (73,0)                                 | 10 (27,0)              |                     |
| Proteína C reactiva >6 mg/dL                               |                   |   |                        |                     |
| Sí   | 33 (45,2)         | 17 (51,5)                                 | 16 (48,5)              | 0,065 <sup>c</sup>  |
| No   | 40 (54,8)         | 29 (72,5)                                 | 11 (27,5)              |                     |
| Procalcitonina >0,5 ng/dL                                  |                   |   |                        |                     |
| Sí   | 14 (19,2)         | 2 (14,3)                                  | 12 (85,7)              | <0,001 <sup>c</sup> |
| No   | 59 (80,8)         | 44 (74,6)                                 | 15 (25,4)              |                     |

<sup>a</sup> Mediana y rango intercuartílico, <sup>b</sup> prueba U de Mann-Whitney, <sup>c</sup> prueba chi cuadrado, <sup>d</sup> prueba exacta de Fisher.

UCI: unidad de cuidados intensivos, PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>: relación presión arterial de oxígeno y fracción inspirada de oxígeno (FiO<sub>2</sub>), PEEP: presión positiva al final de la espiración, NAV: neumonía asociada a ventilador, ITU: infección del tacto urinario; rpm: respiraciones por minuto.

**Tabla 1.** Características clínicas, de laboratorio y parámetros ventilatorios de la población de estudio y comparación entre decanulados sobrevivientes y fallecidos. (Viene de la página 445)

| Variable   | Total<br>n=73 (%) | Sobrevivientes<br>decanulados<br>n=46 (%) | Fallecidos<br>n=27 (%) | Valor de p          |
|--|-------------------|---|------------------------|---------------------|
| PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> ≤150 mmHg         |                   |   |                        |                     |
| Sí   | 9 (12,3)          | 0 (0,0)                                   | 9 (100,0)              | <0,001 <sup>c</sup> |
| No   | 64 (87,7)         | 46 (71,8)                                 | 18 (28,2)              |                     |
| Creatinina >1,3 mg/dL                                |                   |   |                        |                     |
| Sí   | 9 (12,3)          | 5 (55,6)                                  | 4 (44,4)               | 0,621 <sup>c</sup>  |
| No   | 64 (87,7)         | 41 (64,0)                                 | 23 (36,0)              |                     |
| Parámetros ventilatorios al momento de traqueostomía |                   |   |                        |                     |
| FiO <sub>2</sub> >35%                                |                   |   |                        |                     |
| Sí   | 27 (37,0)         | 11 (40,7)                                 | 16 (59,3)              | 0,003 <sup>c</sup>  |
| No   | 46 (63,0)         | 35 (76,1)                                 | 11 (23,9)              | 0,003 <sup>c</sup>  |
| PEEP >8 cm H <sub>2</sub> O                          |                   |   |                        |                     |
| Sí   | 28 (38,4)         | 16 (57,1)                                 | 12 (42,9)              | 0,412 <sup>c</sup>  |
| No   | 45 (61,6)         | 30 (66,7)                                 | 15 (33,3)              |                     |
| Volumen tidal >460 mL                                |                   |   |                        |                     |
| Sí   | 41 (56,2)         | 27 (65,9)                                 | 14 (34,1)              | 0,569 <sup>c</sup>  |
| No   | 32 (43,8)         | 19 (59,3)                                 | 13 (40,7)              |                     |
| Presión inspiratoria >15 cm H <sub>2</sub> O         |                   |   |                        |                     |
| Sí   | 48 (65,8)         | 28 (58,3)                                 | 20 (41,7)              | 0,251 <sup>c</sup>  |
| No   | 25 (34,2)         | 18 (72,0)                                 | 7 (28,0)               |                     |
| Presión pico >25 cm H <sub>2</sub> O                 |                   |   |                        |                     |
| Sí   | 28 (38,4)         | 12 (42,9)                                 | 16 (57,1)              | 0,005 <sup>b</sup>  |
| No   | 45 (61,6)         | 34 (75,5)                                 | 11 (24,5)              |                     |
| Frecuencia respiratoria >25rpm                       |                   |   |                        |                     |
| Sí   | 22 (30,1)         | 13 (59,1)                                 | 9 (40,9)               | 0,648 <sup>c</sup>  |
| No   | 51 (69,9)         | 33 (64,7)                                 | 18 (35,3)              |                     |
| Complicaciones                                       |                   |   |                        |                     |
| Infección nosocomial                                 |                   |   |                        |                     |
| Sí   | 64 (87,7)         | 39 (60,9)                                 | 25 (39,1)              | 0,701 <sup>d</sup>  |
| No   | 9 (12,3)          | 7 (77,7)                                  | 2 (33,3)               |                     |
| Neumonía asociada a ventilador                       |                   |   |                        |                     |
| Sí   | 66 (90,4)         | 41 (62,1)                                 | 25 (37,9)              | 0,483 <sup>d</sup>  |
| No   | 7 (9,6)           | 5 (71,4)                                  | 2 (28,6)               |                     |
| Bacteriemia  |                   |   |                        |                     |
| Sí   | 14 (19,2)         | 10 (71,4)                                 | 4 (28,6)               | 0,344 <sup>d</sup>  |
| No   | 59 (80,8)         | 36 (61,0)                                 | 23 (39,0)              |                     |
| ITU  |                   |   |                        |                     |
| Sí   | 9 (12,3)          | 5 (55,6)                                  | 4 (44,4)               | 0,440 <sup>d</sup>  |
| No   | 64 (87,7)         | 41 (64,0)                                 | 23 (36,0)              |                     |
| Shock séptico  |                   |   |                        |                     |
| Sí   | 63 (86,3)         | 42 (66,7)                                 | 21 (33,3)              | 0,098 <sup>d</sup>  |
| No   | 10 (13,7)         | 4 (40,0)                                  | 6 (60,0)               |                     |
| Barotrauma   |                   |   |                        |                     |
| Sí   | 14 (19,2)         | 7 (50,0)                                  | 7 (50,0)               | 0,262 <sup>c</sup>  |
| No   | 59 (80,8)         | 39 (66,1)                                 | 20 (33,9)              | 0,262 <sup>c</sup>  |

<sup>a</sup> Mediana y rango intercuartílico, <sup>b</sup> prueba U de Mann-Whitney, <sup>c</sup> prueba chi cuadrado, <sup>d</sup> prueba exacta de Fisher.

UCI: unidad de cuidados intensivos, PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>: relación presión arterial de oxígeno y fracción inspirada de oxígeno (FiO<sub>2</sub>), PEEP: presión positiva al final de la espiración, NAV: neumonía asociada a ventilador, ITU: infección del tacto urinario, rpm: respiraciones por minuto.

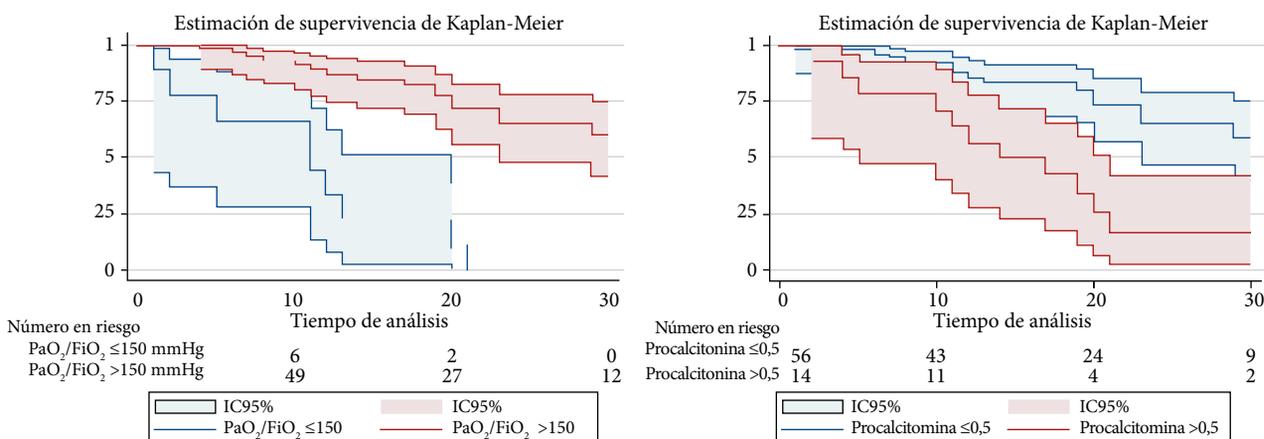
**Tabla 2.** Análisis de regresión de Cox para evaluar predictores de mortalidad en pacientes traqueostomizados hospitalizados por COVID-19.

| Variable                                     | HRc (IC95%)       | Valor de p | HRA (IC95%)       | Valor de p |
|--|-------------------|------------|-------------------|------------|
| Periodo de infección                         |                   |            |                   |            |
| 2020   | Ref.              |            | -                 |            |
| 2021   | 0,52 (0,22-1,21)  | 0,130      | -                 |            |
| 2022   | 1,13 (0,39-3,26)  | 0,816      | -                 |            |
| Procalcitonina >0,5 ng/dL                    |                   |            |                   |            |
| Sí   | 3,76 (1,75-8,10)  | 0,001      | 2,41 (1,04-2,60)  | 0,005      |
| No   | Ref.              |            | Ref.              |            |
| PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub> ≤150 mmHg |                   |            |                   |            |
| Sí   | 7,60 (3,21-17,99) | <0,001     | 4,41 (1,57-12,61) | 0,005      |
| No   | Ref.              |            | Ref.              |            |
| FiO <sub>2</sub> >35%                        |                   |            |                   |            |
| Sí   | 2,02 (0,93-4,36)  | 0,075      | -                 | -          |
| No   | Ref.              |            | -                 |            |
| Presión pico >25 cmH <sub>2</sub> O          |                   |            |                   |            |
| Sí   | 2,40 (1,09-5,29)  | 0,030      | 1,31 (0,52-3,30)  | 0,569      |
| No   | Ref.              |            | Ref.              |            |

HRc: hazard ratio crudo; HRA: hazard ratio ajustado; PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>: relación presión arterial de oxígeno y fracción inspirada de oxígeno (FiO<sub>2</sub>); PEEP: presión positiva al final de la espiración. Las variables que ingresaron al análisis ajustado, fueron aquellas que mostraron asociación estadísticamente significativa con mortalidad en el análisis crudo (p<0,05).

5268 pacientes traqueostomizados reportó una mortalidad agrupada de 22%, sin embargo, se observó gran heterogeneidad entre los estudios incluidos <sup>(19)</sup>. También se ha descrito que los pacientes críticos sometidos a traqueostomía presentaron menor mortalidad que aquellos no traqueostomizados, incluso en pacientes severamente enfermos con APACHE II >17 <sup>(18,21)</sup>. En Perú, la mortalidad global por SDRA asociada a COVID-19 fue de 25% <sup>(21)</sup>, lo cual es inferior a la observada en nuestra cohorte de traqueostomizados, quizás por la baja proporción de inmunizados contra la COVID-19 y mayor tiempo de ventilación mecánica y estancia en cuidados intensivos.

Pese que, en el Perú las vacunas llegaron en febrero del 2021, la vacunación en nuestra región inicio algunos meses después <sup>(2)</sup> y además la cantidad de camas de UCI-COVID no fueron constantes a lo largo de la pandemia <sup>(14)</sup>, no pudimos encontrar diferencias estadística en relación a los fallecidos y decanulados según periodo de infección (2020,2021,2022), probablemente debido a que la mayoría de nuestros pacientes no estaban vacunados al momento del estudio, además el manejo de estos pacientes críticos siempre fue protocolizado y homogéneo, ya que estuvo siempre a cargo de recurso humano altamente capacitado en terapia intensiva <sup>(23)</sup>.



**Figura 1.** Curvas de supervivencia de Kaplan-Meier según la categoría de nivel de PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> y procalcitonina, censurados a los 30 días.

Los beneficios de la realización de una traqueostomía temprana ( $\leq 7$  días) en pacientes con neumonía en estado crítico son: disminución de la neumonía asociada a ventilador (NAV), más días libres de ventilación mecánica, y menor estancia en UCI (22). Sin embargo, estos beneficios no han sido demostrados en pacientes críticos con diagnóstico de COVID-19 (23), donde inclusive se ha encontrado mayor mortalidad en aquellos pacientes con COVID-19 sometidos a una traqueostomía temprana ( $\leq 14$  días desde la intubación orotraqueal) comparado a una traqueostomía tardía (16,24,25). En nuestro estudio el tiempo desde la intubación hasta la traqueostomía no fue una variable asociada a mortalidad, y aunque la mayoría de nuestros pacientes fueron sometidos a una traqueostomía tardía, no observamos diferencias en la incidencia de NAV, días de ventilación mecánica, ni en el tiempo de estancia en UCI, entre los pacientes decanulados y los fallecidos. Presumimos que, debido a la complejidad de estos pacientes, se prefería alcanzar la estabilidad ventilatoria para poder realizar el procedimiento en la mayoría de los casos.

Por lo general, la traqueostomía es un procedimiento seguro donde las complicaciones más frecuentemente reportadas fueron sangrado (7-20%), enfisema (4,4%), estenosis u obstrucción (2%) y falsa vía aérea, con un discreto menor número de complicaciones en las traqueostomías percutáneas (20,26,27). Otra alternativa es la traqueostomía percutánea guiada por broncoscopia, la cual permite la visualización directa de las vías respiratorias, aumentando la seguridad del procedimiento al permitir la ubicación del sitio de canulación, con baja incidencia de complicaciones tardías ( $< 1\%$ ) (28). Y aunque la traqueostomía es un procedimiento que puede generar aerosoles y por tanto mayor riesgo de contagio por SARS-CoV-2, en un estudio ningún trabajador de salud involucrado en el procedimiento de traqueostomía desarrollo infección por COVID-19 (9).

La presión pico es la presión alcanzada durante la inspiración cuando el aire es empujado hacia los pulmones y es una medida de la resistencia de las vías respiratorias (29). En el manejo del paciente con síndrome de distres respiratorio se recomienda que este valor sea  $< 25$  cm  $H_2O$  para evitar el daño por presión (barotrauma) (30). En nuestro estudio observamos que este valor fue más alto en los pacientes que fallecieron, tanto en el análisis bivariado, como en el modelo de regresión cruda, aunque en el modelo de regresión ajustado no alcanzo un valor significativo.

El nivel de procalcitonina es un indicador de gravedad de la COVID-19 y las mediciones seriadas de procalcitonina pueden ser útiles para predecir el pronóstico de enfermedad (31,32). En nuestro estudio, observamos que el 85% de pacientes con un valor elevado de procalcitonina fallecieron. Probablemente estos pacientes cursaban con un estado hiperinflamatorio más intenso por la COVID-19, o sobreinfecciones bacterianas (33) al momento de la traqueostomía, que limitaron la recuperación de estos casos. Asimismo, diversos estudios han observado una asociación inversamente proporcional entre la  $PaO_2/FiO_2$  y mortalidad

en pacientes con la COVID-19 (13,22,33,34). En nuestro estudio, la mediana de  $PaO_2/FiO_2$  en el momento de la traqueostomía fue superior a lo reportado por otros autores, que coincidentemente observaron mayor mortalidad (18), un valor inferior o igual a 150 mmHg, fue el factor más importante asociado a mortalidad en nuestra cohorte. Debido a este hallazgo, se sugiere evitar la traqueostomía cuando el  $PaO_2/FiO_2$  inferior o igual a 150 mmHg.

Nuestro estudio tiene algunas limitaciones. La principal fue su naturaleza retrospectiva, que no permitió evaluar completamente otras variables confusoras. Otra limitación importante fue el número pequeño de pacientes, lo que redujo la posibilidad de controlar algunos factores de confusión, además esto podría explicar que los intervalos de confianza fueran tan amplios y que muchas variables no presentaron asociación estadística, como el momento de la traqueostomía (temprana vs. tardía), periodo de infección o la exposición a vacunas. Del mismo modo, no podemos afirmar si el nivel elevado de procalcitonina en el momento de la traqueostomía sea por persistencia del COVID-19 o por una complicación infecciosa agregada y por lo tanto explicar la menor sobrevida de este grupo de pacientes como en otros trabajos (35). Asimismo, no se midieron las complicaciones relacionadas al procedimiento de traqueostomía percutánea en el corto plazo (hemorragias, neumotórax, falsa vía, etc.) ni largo plazo (estenosis, traqueomalacia, fistulas, etc.). Finalmente fue imposible medir el impacto del cambio en las estrategias de tratamiento (corticoides, tocilizumab, etc.) y los métodos de control implementados a lo largo de la pandemia (20), que afectan directamente la práctica de la traqueostomía.

En conclusión, aproximadamente un tercio de los pacientes de esta cohorte fallecieron durante el periodo de estudio. Entre los factores asociados a mayor mortalidad en los pacientes con traqueostomía fueron el valor de procalcitonina  $> 0,50$  ng/dL, y un valor de  $PaO_2/FiO_2 \leq 150$  al momento de realizar la traqueostomía. El reconocimiento oportuno de estos factores debe llamar a la reflexión al personal que realiza este procedimiento, para diferirlo hasta que las condiciones oxigenatorias e infecciosas mejoren, y así disminuir la mortalidad en este grupo de pacientes críticamente enfermos.

**Contribuciones de autoría.** Todos los autores declaran que cumplen los criterios de autoría recomendados por el ICMJE.

**Roles según CRediT.** RFP: conceptualización, metodología, investigación, supervisión, recursos y adquisición de fondos. MHZ: conceptualización, metodología, investigación, supervisión, software, validación, análisis formal, redacción-borrador original, curaduría de datos, redacción-revisión y edición, visualización y administración del proyecto. AGA: software, validación, análisis formal, redacción-borrador original. JCGT: software, validación, análisis formal, redacción-borrador original, visualización y administración del proyecto. VABZ: curaduría de datos, redacción-revisión y edición, recursos y adquisición de fondos.

**Financiamiento.** El presente estudio fue autofinanciado.

**Conflicto de interés.** Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aleem A, Akbar Samad AB, Slenker AK. Emerging Variants of SARS-CoV-2 And Novel Therapeutics Against Coronavirus (COVID-19). En: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022 [citado 9 de octubre de 2022]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK570580/>.
- Ministerio de Salud. Sala Situacional Covid 19 en el Perú 2023 [Internet]. Lima: MINSA; 2023 [citado 22 de mayo de 2023]. Disponible en: [https://covid19.minsa.gob.pe/sala\\_situacional.asp](https://covid19.minsa.gob.pe/sala_situacional.asp).
- World Health Organization. WHO Coronavirus Disease (COVID-19) Dashboard With Vaccination Data | WHO Coronavirus (COVID-19) Dashboard With Vaccination Data [Internet]. Geneva: WHO; c2023 [citado 22 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://covid19.who.int/table>.
- Mecham JC, Thomas OJ, Pargousis P, Janus JR. Utility of Tracheostomy in Patients With COVID-19 and Other Special Considerations. *Laryngoscope*. 2020;130(11):2546-9. doi: [10.1002/lary.28734](https://doi.org/10.1002/lary.28734)
- Evrard D, Jurcisin I, Assadi M, Patrier J, Tafani V, Ullmann N, *et al.* Tracheostomy in COVID-19 acute respiratory distress syndrome patients and follow-up: A parisian bicentric retrospective cohort. *PLoS ONE*. 2021;16(12):e0261024. doi: [10.1371/journal.pone.0261024](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0261024).
- Asensio Martín MJ, Hernández Bernal M, Yus Teruel S, Minvielle A. Infecciones en el paciente crítico. *Medicine (Baltimore)*. 2018;12(52):3085-96. doi: [10.1016/j.med.2018.03.014](https://doi.org/10.1016/j.med.2018.03.014).
- Vayas Valdivieso WA, Viteri Rodríguez JA, Viteri Villa MF, Wong Vázquez L. Principales secuelas neurológicas del COVID-19: una revisión exploratoria. *Bol Malariol Salud Ambient*. 2022;62(4):678-85. doi: [10.52808/bmsa.7e6.624.008](https://doi.org/10.52808/bmsa.7e6.624.008)
- Ye Q, Wang B, Mao J. The pathogenesis and treatment of the 'Cytokine Storm' in COVID-19. *J Infect*. 2020;80(6):607-613. doi: [10.1016/j.jinf.2020.03.037](https://doi.org/10.1016/j.jinf.2020.03.037).
- Corona A, Santis V de, Vitale D, Nencini C, Potalivo A, Prete A, *et al.* Tracheostomy in critically ill patients with SARS 2 COVID-19 infection: a prospective observational multi-center study of short- and long-term outcomes. *Can J Respir Ther*. 2022;30;58:155-161. doi: [10.29390/cjrt-2022-018](https://doi.org/10.29390/cjrt-2022-018).
- ALHumaid S, Elkrim MA, AlOqaili YA, AlSowailmi GA, AlObaid FA, AlSalem AA, *et al.* Outcomes of tracheostomy in COVID-19 patients in National Guard Health Affairs, Riyadh, Saudi Arabia. *Saudi Med J*. 2021;42(11):1217-22. doi: [10.15537/smj.2021.42.11.20210505](https://doi.org/10.15537/smj.2021.42.11.20210505).
- Karna ST, Trivedi S, Singh P, Khurana A, Gouroumouy R, Dodda B, *et al.* Weaning Outcomes and 28-day Mortality after Tracheostomy in COVID-19 Patients in Central India: A Retrospective Observational Cohort Study. *Indian J Crit Care Med*. 2022;26(1):85-93. doi: [10.5005/jp-journals-10071-24080](https://doi.org/10.5005/jp-journals-10071-24080).
- Flinspach AN, Booke H, Zacharowski K, Balaban Ü, Herrmann E, Adam EH. Association of mortality and early tracheostomy in patients with COVID-19: a retrospective analysis. *Sci Rep*. 2022;12(1):15406. doi: [10.1038/s41598-022-19567-w](https://doi.org/10.1038/s41598-022-19567-w).
- Diaz JV, Riviello ED, Papali A, Adhikari NKJ, Ferreira JC. Global Critical Care: Moving Forward in Resource-Limited Settings. *Ann Glob Health*. 2019;85(1):3. doi: [10.5334/aogh.2413](https://doi.org/10.5334/aogh.2413).
- Hueda-Zavaleta M, Copaja-Corzo C, Bardales-Silva F, Flores-Palacios R, Barreto-Rocchetti L, Benites-Zapata VA, *et al.* Factores asociados a la muerte por COVID-19 en pacientes admitidos en un hospital público en Tacna, Perú. *Rev Peru Med Exp Salud Pública*. 2021;38(2):214-23. doi: [10.17843/rpmesp.2021.382.7158](https://doi.org/10.17843/rpmesp.2021.382.7158).
- Geiseler J, Westhoff M. [Weaning from invasive mechanical ventilation]. *Med Klin Intensivmed Notfmed*. 2021;116(8):715-26. doi: [10.1007/s00063-021-00858-5](https://doi.org/10.1007/s00063-021-00858-5).
- World Health Organization. Clinical management of COVID-19: Living guideline, 13 January 2023 [Internet]. Geneva: WHO; 2023 [cited 2023 Feb 8]. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-2019-nCoV-clinical-2023.1>.
- Seguro Social del Perú, EsSalud [Internet]. Lima: EsSalud. 2019. [citado 31 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://www.essalud.gob.pe/essalud-implementa-historia-clinica-digital-para-atencion-de-asegurados/>
- Vuu SKM, Soltani T, Liu H, DeMuro J, Albors LM, Crimi E, *et al.* Optimal timing and outcomes among COVID-19 patients undergoing tracheostomy. *Surgery*. 2023;173(4):927-935. doi: [10.1016/j.surg.2022.11.017](https://doi.org/10.1016/j.surg.2022.11.017).
- Musso G, Managó M, Gomez C, Appendino G, Friscione L, González C, *et al.* Supervivencia y decanulación a los 90 días luego de traqueostomía por dilatación percutánea en unidad de cuidados intensivos COVID-19. *Medicina (B Aires)*. 2022;82(6):836-44.
- Battagliini 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):679-692. doi: [10.1016/j.bja.2022.07.032](https://doi.org/10.1016/j.bja.2022.07.032).
- Breik O, Nankivell P, Sharma N, Bangash MN, Dawson C, Idle M, *et al.* Safety and 30-day outcomes of tracheostomy for COVID-19: a prospective observational cohort study. *Br J Anaesth*. 2020;125(6):872-879. doi: [10.1016/j.bja.2020.08.023](https://doi.org/10.1016/j.bja.2020.08.023).
- Chorath K, Hoang A, Rajasekaran K, Moreira A. Association of Early vs Late Tracheostomy Placement With Pneumonia and Ventilator Days in Critically Ill Patients: A Meta-analysis. *JAMA Otolaryngol-Head Neck Surg*. 2021;147(5):450-9. doi: [10.1001/jamaoto.2021.0025](https://doi.org/10.1001/jamaoto.2021.0025).
- Hueda-Zavaleta M, Copaja-Corzo C, Miranda-Chávez B, Flores-Palacios R, Huanacuni-Ramos J, Mendoza-Laredo J, *et al.* Determination of PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> after 24 h of invasive mechanical ventilation and I PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> at 24 h as predictors of survival in patients diagnosed with ARDS due to COVID-19. *Peer J*. 2022;10:e14290. doi: [10.7717/peerj.14290](https://doi.org/10.7717/peerj.14290).
- Andriolo BN, Andriolo RB, Saconato H, Atallah ÁN, Valente O. Early versus late tracheostomy for critically ill patients. *Base de datos Cochrane de Revisiones Sistemáticas 2015, Número 1. Art. N°: CD007271*. doi: [10.1002/14651858.CD007271](https://doi.org/10.1002/14651858.CD007271).
- Harrell Shreckengost CS, Foianini JE, Moron Encinas KM, Tola Guarachi H, Abril K, Amin D, *et al.* Outcomes of Early Versus Late Tracheostomy in Patients With COVID-19: A Multinational Cohort Study. *Crit Care Explor*. 2022;4(11):e0796. doi: [10.1097/CCE.0000000000000796](https://doi.org/10.1097/CCE.0000000000000796).
- Tang Y, Wu Y, Zhu F, Yang X, Huang C, Hou G, *et al.* Tracheostomy in 80 COVID-19 Patients: A Multicenter, Retrospective, Observational Study. *Front Med (Lausanne)*. 2020;7:615845. doi: [10.3389/fmed.2020.615845](https://doi.org/10.3389/fmed.2020.615845).
- Singh Y, Soni KD, Singh A, Choudhary N, Perveen F, Aggarwal R, *et al.* Clinical characteristics of COVID-19 patients who underwent tracheostomy and its effect on outcome: A retrospective observational study. *World J Virol*. 2022 Nov 25;11(6):477-484. doi: [10.5501/wjv.v11.i6.477](https://doi.org/10.5501/wjv.v11.i6.477).
- Bisso IC, Ruiz V, Huespe IA, Rosciani F, Cantos J, Lockhart C, *et al.* Bronchoscopy-guided percutaneous tracheostomy during the COVID-19 pandemic. *Surgery*. 2023;173(4):944-949. doi: [10.1016/j.surg.2022.12.010](https://doi.org/10.1016/j.surg.2022.12.010).
- Mora Carpio AL, Mora JI. Ventilator Management [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023 [citado 6 de junio de 2023]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK448186/>.
- Fan E, Brodie D, Slutsky AS. Acute Respiratory Distress Syndrome: Advances in Diagnosis and Treatment. *JAMA*. 2018;319(7):698-710. doi: [10.1001/jama.2017.21907](https://doi.org/10.1001/jama.2017.21907).
- Hu R, Han C, Pei S, Yin M, Chen X. Procalcitonin levels in COVID-19 patients. *Int J Antimicrob Agents*. 2020;56(2):106051. doi: [10.1016/j.ijantimicag.2020.106051](https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2020.106051).
- Heidari-Beni F, Vahedian-Azimi A, Shojaei S, Rahimi-Bashar F, Shahriary A, Johnston TP, *et al.* The Level of Procalcitonin in Severe COVID-19 Patients: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Adv Exp Med Biol*. 2021;1321:277-86. doi: [10.1007/978-3-030-59261-5\\_25](https://doi.org/10.1007/978-3-030-59261-5_25).

33. Copaja-Corzo C, Hueda-Zavaleta M, Benites-Zapata VA, Rodriguez-Morales AJ. Antibiotic use and fatal outcomes among critically ill patients with covid-19 in Tacna, Peru. *Antibiotics (Basel)*. 2021;10(8):959. doi: [10.3390/antibiotics10080959](https://doi.org/10.3390/antibiotics10080959).
34. Zinellu A, De Vito A, Scano V, Paliogiannis P, Fiore V, Madeddu G, *et al*. The PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> ratio on admission is independently associated with prolonged hospitalization in COVID-19 patients. *J Infect Dev Ctries*. 31 de marzo de 2021;15(3):353-9. doi: <https://doi.org/10.3855/jidc.13288>.
35. Pink I, Raupach D, Fuge J, Vonberg RP, Hoepfer MM, Welte T, *et al*. C-reactive protein and procalcitonin for antimicrobial stewardship in COVID-19. *Infection*. 2021 Oct;49(5):935-943. doi: [10.1007/s15010-021-01615-8](https://doi.org/10.1007/s15010-021-01615-8).