

FACULTAD DE MEDICINA HUMANA

**CORRELACIÓN ENTRE LA DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO
MEDICINAL EN PACIENTES CON COVID-19 Y LA MORTALIDAD
EN LIMA METROPOLITANA ENTRE 2020 Y 2021**

TESIS

PARA OPTAR

EL TÍTULO PROFESIONAL DE MÉDICO CIRUJANO

PRESENTADO POR

GIULIO VINCENZO FRANCESQUI TELENTA

ASESOR

JOSE WAGNER LOPEZ REVILLA

LIMA - PERÚ

2024



**Reconocimiento - No comercial - Sin obra derivada
CC BY-NC-ND**

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



FACULTAD DE MEDICINA HUMANA

**CORRELACIÓN ENTRE LA DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO
MEDICINAL EN PACIENTES CON COVID-19 Y LA MORTALIDAD
EN LIMA METROPOLITANA ENTRE 2020 Y 2021**

TESIS

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
MÉDICO CIRUJANO**

**PRESENTADO POR
GIULIO VINCENZO FRANCESQUI TELENTA**

**ASESOR
DR. JOSE WAGNER LOPEZ REVILLA**

LIMA, PERÚ

2024

JURADO

PRESIDENTE: OCTAVIO CUBAS PAREDES

MIEMBRO: MOISES APOLAYA SEGURA

MIEMBRO: DANIELA PAOLA ABRAHAM

ÍNDICE

RESUMEN.....	iii
ABSTRACT.....	iv
INTRODUCCIÓN.....	1
I. MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
II. RESULTADOS.....	13
III. DISCUSIÓN.....	19
IV. CONCLUSIONES.....	21
V. RECOMENDACIONES.....	24
VI. FUENTES DE INFORMACIÓN.....	25
ANEXOS.....	28

RESUMEN

El virus del COVID-19, que surgió de un brote inicial en la ciudad china de Wuhan a finales del año 2019, sigue circulando y afectando actualmente a la población mundial en mayor o menor medida. En el caso de Perú, uno de los principales problemas para el manejo y tratamiento adecuado de los pacientes contagiados de COVID-19 entre el 2020 y el 2021 fue la disponibilidad de oxígeno medicinal. La falta de acceso a este recurso afectó gravemente el tratamiento y pronóstico de estos, resultando en muchos casos en el fallecimiento.

Objetivo: El presente trabajo busca apoyar y sustentar la importancia de la disponibilidad del oxígeno medicinal y su efecto en la variación de la mortalidad de los pacientes contagiados con COVID-19.

Metodología: El estudio realizado es de tipo observacional descriptivo, específicamente de tipo ecológico de datos agrupados, transversal, teniendo como población de estudio los centros de salud públicos y privados que atendieron pacientes COVID-19 entre el 2020-2021 en Lima Metropolitana. Se usó como fuentes de información el volumen total de oxígeno medicinal disponible y el volumen total usado en los centros de salud de primer a tercer nivel de atención entre 2020-2021 en Lima Metropolitana, y el número de fallecidos por COVID-19 en la misma zona y periodo de tiempo.

Resultados: Al analizar los datos, usando la correlación r de Pearson, se encontró que había una correlación muy alta entre el volumen total de oxígeno disponible y número de fallecidos durante los meses previos al inicio de la vacunación en el país, con una correlación negativa de $r = -0.852$ y un valor de $p = 0.031$. Sin embargo, dicho nivel se reducía a una correlación moderada en los meses posteriores al inicio de la vacunación, obteniéndose una correlación negativa de $r = -0.458$ con un valor de $p = 0.215$. De igual manera, al analizar el volumen consumido y la tasa de letalidad usando la misma división de tiempo, se encontró una correlación negativa de $r = -0.072$ y un valor de $p = 0.878$ en el periodo previo al inicio de la vacunación; mientras que en el periodo posterior a esta se halló una correlación positiva con valores de $r = 0.847$ y $p = 0.008$.

Conclusiones: El acceso a oxígeno medicinal y la presencia de otros factores externos como la vacunación, el aumento en la capacidad de atención médica y otros explicados más adelante fueron los responsables de la disminución progresiva en la mortalidad durante los primeros años de la pandemia, lo cual redujo la correlación entre las dos variables estudiadas, pasando de ser alta en el periodo previo a la vacunación, a una moderada en el tiempo posterior al inicio de la vacunación. De igual manera, estos factores junto con la respuesta y actitud de la población y el Estado en los meses previos y posteriores al inicio de la vacunación desempeñaron un papel importante en la variación de la correlación entre la letalidad y el volumen de oxígeno consumido, pasando de ser negativa y débil en la primera mitad a ser una correlación positiva y fuerte en los meses posteriores a la vacunación.

Palabras clave: COVID, SARS-CoV-2, Oxigenoterapia, Mortalidad

ABSTRACT

The COVID-19 virus, which emerged from an initial outbreak in the Chinese city of Wuhan at the end of 2019, continues to circulate and currently affects the world's population to a greater or lesser extent. In the case of Peru, one of the main problems for the adequate management and treatment of patients infected with COVID-19 between 2020 and 2021 was the availability of medicinal oxygen. The lack of access to this resource seriously affected their treatment and prognosis, resulting in death in many cases.

Objective: This work seeks to support and sustain the importance of the availability of medicinal oxygen and its effect on the variation in mortality of patients infected with COVID-19.

Methodology: The study carried out is of a descriptive observational type, specifically of an ecological type of grouped, cross-sectional data, having as the study population the public and private health centers that treated COVID-19 patients between 2020-2021 in Lima Metropolitana. As sources of information, the total volume of medicinal oxygen available and the total volume used in health centers between 2020-2021 in Lima Metropolitana were used in this work. Also, the number of deaths because of COVID-19 in the same area and time was used as source of information.

Results: When analyzing the data, using Pearson's r correlation, it was found that there was a very high correlation between the total volume of oxygen available and the number of deaths during the months prior to the start of vaccination in the country, with a negative correlation of $r = -0.852$ and a value of $p = 0.031$. However, this level was reduced to a moderate correlation in the months after the start of vaccination, obtaining a negative correlation of $r = -0.458$ with a value of $p = 0.215$. Similarly, when analyzing the volume consumed and the fatality rate using the same time division, a negative correlation of $r = -0.072$ and a value of $p = 0.878$ was found in the period prior to the start of vaccination; while in the period after that time a positive correlation was found with values of $r = 0.847$ and $p = 0.008$.

Conclusions: Access to medicinal oxygen and the presence of other external factors such as vaccination, the increase in medical care capacity and others explained later were responsible for the progressive decrease in mortality during the first years of the pandemic, which reduced the correlation between the two variables studied, going from being high in the period before vaccination to moderate in the time after the start of vaccination. Likewise, these factors, together with the response and attitude of the population and the State in the months before and after the start of vaccination, played an important role in the variation of the correlation between lethality and the volume of oxygen consumed, passing from being negative and weak in the first half to being a positive and strong correlation in the months after vaccination.

Keywords: COVID, SARS-CoV-2, Oxygen therapy, Mortality

NOMBRE DEL TRABAJO

CORRELACIÓN ENTRE LA DISPONIBILIDAD DE OXÍGENO MEDICINAL EN PACIENTES CON COVID-19 Y LA MORTALIDAD E

AUTOR

GIULIO VINCENZO FRANCESQUI TELEN TA

RECuento DE PALABRAS

8620 Words

RECuento DE CARACTERES

47004 Characters

RECuento DE PÁGINAS

36 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

370.3KB

FECHA DE ENTREGA

Jan 29, 2024 3:03 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jan 29, 2024 3:06 PM GMT-5

● **7% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 6% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Base de datos de trabajos entregados
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)
- Material bibliográfico
- Material citado

INTRODUCCIÓN

Situación epidemiológica

Declarada oficialmente como una pandemia el 11 de marzo del 2020 por la Organización Mundial de la Salud ⁽¹⁾, el virus del COVID-19, que surgió de un brote inicial en la ciudad china de Wuhan a finales del año 2019, sigue circulando y afectando a la población mundial sin hacer distinción entre los diversos niveles socioeconómicos. Desde el inicio de la pandemia hasta finales de noviembre del 2021, de acuerdo a un estudio de análisis estadístico basado en múltiples reportes de prevalencia y casos positivos, se encontró que al menos el 40% de la población mundial había sido contagiada de COVID-19 por lo menos en una oportunidad, demostrando así su distribución geográfica global. ⁽²⁾

Según el “Center for Systems Science and Engineering (CSSE)” de la Universidad Johns Hopkins, en el año 2020 se registraron un total de 83.56 millones de casos confirmados de COVID-19 y un total de 1.82 millones de fallecidos por esta enfermedad. ⁽³⁾

A nivel regional, el CSSE registró en las Américas, hasta finales del 2020, un total de 35.55 millones de casos confirmados de COVID-19 y una cifra de 869,277 de fallecidos. ⁽³⁾ De acuerdo al “Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades” del Ministerio de Salud, en el año 2020 se contabilizaron 1,087,699 casos positivos de COVID-19 a nivel nacional, con un total de 95,331 fallecidos y una tasa de letalidad de 8.76%. Para el año 2021, la cifra aumentó a un total de 1,364,460 casos positivos y 107,962 fallecidos, pero con una leve disminución en la tasa de letalidad al 7.91%. ⁽⁴⁾

Respecto a las cifras a nivel de ciudades, en el caso de Lima Metropolitana se registraron un total de 451,923 casos positivos de COVID-19, la cifra de fallecidos fue de 39,361 y la tasa de letalidad fue del 8,71% para el año 2020; mientras que para el 2021, al igual que a nivel nacional, las cifras se elevaron a 581,227 casos confirmados de COVID-19, los fallecidos aumentaron a 43,135 y la tasa de letalidad se redujo al 7,42%. ⁽⁴⁾

Repercusión y respuesta a nivel local

A pesar de que el COVID-19 fue catalogado como una emergencia sanitaria en los países afectados, no todos manejaron esta situación de manera similar, ya que cada uno cuenta con sus propias políticas de salud, sistemas e instituciones para hacerle frente a la pandemia. En el caso de los países de la región, especialmente en uno en vías de desarrollo como el Perú, el cual ha mantenido un deficiente sistema de salud desde hace varios años, uno de los principales problemas que se enfrentó al inicio de la pandemia referente a manejo y tratamiento de los pacientes contagiados de COVID-19 fue el acceso y disponibilidad de oxígeno medicinal para la gran demanda emergente, aunado a la falta de ventiladores mecánicos para los pacientes críticos.

Según la herramienta “COVID-19 Oxygen Needs Tracker”, publicada por la organización global PATH, para mayo del 2021 se requerían aproximadamente de 12,673,852 m³ de oxígeno diarios para el tratamiento de pacientes COVID-19 en los países de bajos y medianos recursos. En el caso de Perú, el portal afirmaba que se requeriría una cifra diaria de 360 309 m³ de oxígeno, la cual fue ascendiendo con el paso de meses a causa de la llegada de la “segunda ola” de casos. ⁽⁵⁾

Debido a ello, el Estado Peruano requirió y aceptó la ayuda de donaciones del sector privado y de otras instancias gubernamentales, ya que por sí solo no se daba abasto para manejar los cientos, y en ocasiones miles, de casos que se reportaban a diario. A nivel local, la Universidad Católica del Perú (PUCP), apoyado por otras empresas privadas, desarrolló y donó ventiladores mecánicos esterilizables al MINSA para ayudar a cubrir la gran demanda que existía. ⁽⁶⁾ La Sociedad Nacional de Minería Petróleo y Energía (SNMPE) se sumó donando cuatro isotanques provenientes de Alemania, que fueron transportados temporalmente a Chile para su posterior traslado a nuestro país. ⁽⁷⁾ La Organización Panamericana de la Salud (OPS) se sumó a la donación de recursos al Perú enviando en múltiples ocasiones equipo de protección personal, pruebas para la detección de COVID-19, y principalmente concentradores de oxígeno, los cuales ayudaron a aliviar en parte la enorme demanda diaria de oxígeno medicinal en zonas urbanas y rurales. ⁽⁸⁾

Iniciativas como “BRING O2” propuestas por la OMS, en colaboración con Partners In Health (PIH), una organización internacional de salud sin fines de lucro que lleva trabajando desde hace décadas en nuestro país ayudando en temas de salud pública, facilitaron el desarrollo de nuevas plantas de oxígeno medicinal, la reparación de las ya existentes, y la capacitación de personal calificado para su mantenimiento. De esta forma se ha logrado que, a lo largo del país, en varias ciudades y distritos, haya acceso las 24 horas a un cilindro de oxígeno ya sea para su uso ambulatorio o en un centro de salud, salvando así muchas vidas que dependían de un uso ininterrumpido de oxígeno por su condición crítica. ⁽⁹⁾

Así mismo, PIH sigue trabajando con la propia población enseñando medidas básicas de lavado de manos, bioseguridad, reconocimiento temprano de signos o síntomas del COVID-19, y realizando pruebas de detección del virus, encargándose así de reforzar el primer nivel de atención con medidas higiénico-preventivas. Ejemplo de ello es la labor realizada en Carabayllo, un distrito de la provincia de Lima, donde la mayoría de las familias viven en hacinamiento, impidiendo así que el distanciamiento social sea posible, además de no contar con acceso continuo a agua potable y recursos básicos. En esta zona, PIH ha estado realizando una labor de búsqueda y seguimiento de los pacientes contagiados de COVID-19 y de informar a sus posibles contactos durante un periodo dos semanas previas de que han estado expuestos a contagiarse del virus. ⁽¹⁰⁾

Otro actor importante que ha ayudado y sigue haciéndolo tanto a nivel local como a nivel global en la lucha contra la pandemia del COVID-19 es el Acelerador de Acceso a Herramientas contra la COVID-19 (ACT-A por sus siglas en inglés), lanzado en abril del 2020, el cual es una colaboración global por tiempo limitado de gobiernos, organismos sanitarios, personal especializado en ciencias de la salud, empresas privadas y filántropos que tienen como objetivo común el acelerar el desarrollo y producción de pruebas, tratamientos y vacunas contra la COVID-19 y su respectivo acceso equitativo por los países más necesitados, especialmente aquellos de bajos recursos o en vías de desarrollo como es el caso de la mayoría de países de nuestra región. ⁽¹¹⁾

Los objetivos del ACT-A están basados principalmente en tres pilares: vacunas, terapéutica y diagnóstico. No obstante, a partir del noviembre del 2020 se añadió

un nuevo pilar: los sistemas de salud, dentro del cual se designó el acceso a oxígeno medicinal como una de los principales temas a tratar. El 9 febrero del 2021 se presentó el nuevo presupuesto y estrategia para el ACT-A, dentro del cual se mencionaba que el uso y acceso a oxígeno medicinal dejaba de ser parte del cuarto pilar de sistemas de salud y pasaba a incluirse al segundo pilar de tratamiento, para que de esta forma se le diese más énfasis y atención al oxígeno medicinal y formase parte de la lista de medicinas esenciales publicadas por la OMS para el tratamiento y manejo del COVID-19, el cual se vio que tenía gran sinergia y ayudaba considerablemente al estado de los pacientes cuando se administraba junto con antiinflamatorios como la dexametasona. ⁽¹²⁾ ⁽¹³⁾

Problemática actual

A lo largo del transcurso de la pandemia, ha quedado demostrado la importancia del oxígeno para el tratamiento de los pacientes contagiados por COVID-19 independientemente de la severidad de sus síntomas. De acuerdo a un reporte de la OMS, al inicio de la pandemia, aproximadamente el 14% de los casos detectados desarrollaba cuadros graves de la enfermedad, lo cuales requerían de manejo hospitalario y soporte oxigenatorio como parte de su tratamiento. ⁽¹⁴⁾ Así mismo, se ha comprobado la importancia de este en la supervivencia de pacientes en estado grave y con hipoxemia, en los cuales se considera la administración de oxígeno como parte principal del tratamiento en estos casos. ⁽¹⁵⁾ Un estudio anterior realizado por Frat y Col., en el año 2015, demostraba que el uso de oxigenoterapia mediante cánula nasal de alto flujo en pacientes ingresados con falla respiratoria aguda hipoxémica resultaba en una menor mortalidad a los 90 días y en una mayor cantidad de días libres sin ventilación mecánica invasiva. ⁽¹⁶⁾

Si bien es cierto que el organismo de cada persona responde de manera diferente al contagio del SARS-CoV-2, la falta de oxígeno medicinal en una situación crítica como en la que se vivió en el país durante 2020 y 2021, así como algunos factores internos como la falta de adecuadas vías de transporte, incumplimientos de las recomendaciones de salud por la población, y las diversas trabas burocráticas a nivel del gobierno para acceder a donaciones de oxígeno medicinal por personas y empresas privadas, provocó que varios pacientes fallezcan en los centros de salud

en los que estaban siendo tratados o incluso en sus propios domicilios. Un ejemplo de ello lo podemos observar en el vecino continente africano durante los primeros años de pandemia, en ese entonces la principal causa que provocaba la falta de oxígeno medicinal era el retraso en la distribución de oxígeno a los centros de salud junto con la limitada infraestructura para su almacenamiento, mientras que por el contrario la problemática de la producción nacional de oxígeno para cubrir la demanda pasaba a un segundo plano. Adicionalmente, el mantenimiento de las plantas generadoras de oxígeno y los tanques o cilindros usados para su almacenamiento supusieron también un gran problema para ellos, ya que una falla en la producción daba como resultado oxígeno de baja calidad, cercanos al 70% de concentración en vez del estándar que se encuentra en 90%, al cual se le puede clasificar propiamente como oxígeno de grado medicinal. ⁽¹⁷⁾

En nuestro contexto, todos los determinantes que afectaron de alguna u otra manera a la lucha contra el COVID-19 se encuentran explicados en detalle en el “Informe sobre las causas del elevado número de muertes por la pandemia del COVID-19 en el Perú” publicado por el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (Concytec) el 20 de julio del 2021, en el que se expone que la mayoría de factores que causaron la alta mortalidad en nuestro país durante el primer año y segundo año de la pandemia se pueden agrupar en dos tipos de causas: las estructurales, que son propias del Estado, su administración y que se vienen arrastrando desde hace años por los gobiernos pasados; y las coyunturales, que ocurrieron durante la fase de respuesta a la pandemia. ⁽¹⁸⁾

Profundizando en más detalle, el informe concluye que el número elevado de muertes a causa de la pandemia en el Perú durante el 2020-2021 se puede atribuir, en primer lugar, a una mala organización y desempeño de las instituciones públicas y privadas, sumado a la poca atención y descuido del gobierno al sector salud en zonas tanto urbanas como rurales, lo cual se evidenció en la falta de recursos médicos y de personal para la atención de pacientes tanto estables como graves. Así mismo, la elevada informalidad en nuestro país, el no cumplimiento estricto de las cuarentenas, acompañado de la falta al acceso de recursos básicos como agua, luz, desagüe, y el hacinamiento en viviendas (algunas de ellas en estado de precariedad) fueron también factores que contribuyeron a un peor desenlace de la pandemia en los primeros años. ⁽¹⁸⁾

Etiología

El COVID-19 es una enfermedad infecciosa de origen zoonótico causada por el virus ARN monocatenario SARS-CoV-2, que afecta principalmente el sistema respiratorio de las personas, cursando en algunos casos de manera asintomática y en otros llegando a ser mortal.

En el interior de este virus, se encuentran 4 genes que se encargan de codificar y formar las proteínas estructurales del virus, las cuales están designadas con las letras S, E, M y N, dependiendo de su ubicación y función en la patogenia del virus. De las 4 proteínas, la más importante y actual blanco para el desarrollo fármacos y tratamientos es la proteína S, la cual se encuentra en la superficie de la membrana del virus y es la que se une al receptor ACE2 de los neumocitos para su ingreso al interior de las células y posterior replicación intracelular.

Debido a sus propias características como virus y a la rápida propagación y distribución mundial, el genoma del virus original del SARS-CoV-2 ha sufrido cambios y evoluciones durante el tiempo, lo cual ha provocado que en varios países se detecten las denominadas “variantes de interés”, las cuales son monitorizadas por tener evidencia de un aumento en la transmisibilidad, un mayor riesgo de enfermedad grave, una reducción significativa en la neutralización por anticuerpos generados durante una infección o vacunación previa, o una efectividad reducida de los tratamientos o vacunas. ⁽¹⁹⁾

Según el Grupo Inter agencial por el SARS-CoV-2 (SIG) establecido por los Estados Unidos, luego de agruparse las variantes y linajes detectados del COVID-19, se han clasificado dichas variantes según sus características respecto a su transmisibilidad, diagnóstico, patogenia, e impacto contra las vacunas. De esta forma se utilizan cuatro tipos de clasificaciones: variante de gran consecuencia (VOHC), variante de preocupación (VOC), variante de interés (VOI) y variantes bajo monitoreo (VBM). ⁽²⁰⁾ Las variantes de interés que actualmente no se encuentran circulando, pero fueron importantes en su momento, son: Alfa (B.1.1.7) detectada inicialmente en Reino Unido; Beta (B.1.351) detectada primeramente en Sudáfrica; Gamma (P.1) detectada en un inicio en Japón con posteriores aumentos de casos en Brasil; y Delta (B.1.617.2) detectada originalmente en India.

Actualmente y desde el año 2022, la variante Ómicron (B.1.1.529) detectada inicialmente en Botsuana y posteriormente en Sudáfrica, y sus respectivos sublinajes, es la variante predominante a nivel mundial y la principal causante de contagios. A partir de diciembre del 2023, una variante del linaje de Ómicron, clasificada con el nombre de JN.1, ha aumentado considerablemente su presencia en varios países del mundo, incluido el nuestro, por lo que la OMS la declaró como una “variante de interés”. ⁽²¹⁾

Aspectos clínicos

La transmisión del virus se realiza de manera persona a persona, siendo la principal vía de infección el contacto cercano con partículas de la vía respiratoria de una persona contagiada, las cuales se liberan al estornudar, toser o incluso al hablar. El contagio también puede ocurrir si dichas partículas entran en contacto con las mucosas de una persona sana, por ejemplo, al manipularse los ojos, nariz o boca.

Clínicamente, algunos pacientes pueden permanecer completamente asintomáticos o presentar algunos síntomas inespecíficos como fiebre, tos seca, debilidad, anosmia, diarrea y malestar general. El tiempo promedio de incubación varía hasta los 14 días luego de la infección, debutando con los síntomas en promedio al día 4 o 5. Sin embargo, con la reciente aparición y propagación de la variante Ómicron, se ha visto que el tiempo de incubación en estos casos se ha reducido aproximadamente a los 3 primeros días post contagio. ^{(22) (23)}

De acuerdo a varios estudios realizados en pacientes asintomáticos, a pesar de que puedan presentar pocos o ningún síntoma producido por el COVID-19, estas personas igualmente son portadoras del virus y pueden contagiar a aquellos expuestos a su alrededor. ⁽²⁴⁾ En un estudio se demostró que el periodo de tiempo en que la persona tiene mayor capacidad para contagiar a otras es justamente luego de la aparición de los síntomas, alrededor del día 7-10 luego del contagio. ⁽²⁵⁾

Por otro lado, en formas más avanzadas o graves del COVID-19 se pueden presentar signos y síntomas como disnea, neumonía, infiltrado bilateral de característica “vidrio esmerilado o deslustrado”, complicaciones neurológicas, estado de hipercoagulabilidad, cardiomiopatías, insuficiencia respiratoria y/o renal

aguda, shock e incluso la muerte. Estas presentaciones más complicadas pueden ocurrir a cualquier edad, pero suelen darse en mayor número en pacientes de edad avanzada o con alguna comorbilidad importante. En un estudio realizado para medir el IFR (Infección Fatal-Ratio o tasa de mortalidad posterior a infección), se describió que los pacientes adultos mayores presentaban mayor tasa de mortalidad en comparación a la población adulta, joven o adolescente contagiada. ⁽²⁶⁾

Para su diagnóstico se emplean hoy en día dos tipos de pruebas para detectar la infección por COVID-19: las pruebas virológicas y las pruebas serológicas. Las pruebas virológicas, o también llamadas moleculares, utilizan una técnica llamada PCR (Reacción en Cadena de la Polimerasa por sus siglas en inglés) mediante la cual se puede reconocer y aumentar el número de copias de un fragmento del ARN del virus para que sea detectable e identificado con mayor facilidad, por lo que son útiles en detectar a pacientes contagiados con la enfermedad activa y evaluar posteriormente si siguen siendo infecciosos o no. Actualmente, este tipo de pruebas son las más recomendadas y usadas mundialmente para la detección y seguimiento de nuevos casos positivos.

Por otro lado, las pruebas serológicas miden los anticuerpos formados por el organismo en defensa a la infección por SARS-CoV-2. Sin embargo, no ayudan mucho en la detección de casos de infección aguda, ya que la formación propia de anticuerpos se genera recién a las semanas posteriores a la infección, por lo que su uso se limita más al ámbito de investigación, epidemiología y contabilización de casos. ⁽²⁷⁾ Hay que indicar también que desde el inicio de la pandemia se han ofertado en el mercado varias pruebas para detectar casos de COVID-19 mediante las llamadas pruebas de antígenos o rápidas. Lo positivo de estas es precisamente el poco tiempo que se requiere para obtener un resultado, aproximadamente entre 15-20 minutos en la mayoría de casos. No obstante, el resultado que indican (positivo o negativo para la detección de antígenos de COVID-19) no es 100% confiable, debido a que en individuos asintomáticos o en los primeros días de contagio el resultado suele ser de falso-negativo al no poder detectar la prueba cantidades mínimas del antígeno vírico.

Es por ello por lo que, a pesar de estar aprobadas y recomendadas por la FDA (Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos), la entidad recomienda repetir otra prueba de antígenos en 48 horas si es que el resultado obtenido fue negativo pero la persona presenta síntomas compatibles con el COVID-19 o si sospecha que se expuso a un contagio. Esto se puede repetir hasta por una segunda vez si el resultado vuelve a ser negativo. ⁽²⁸⁾

Hasta el momento no se ha establecido una terapia base para el tratamiento del COVID-19. De acuerdo a los resultados obtenidos por el ensayo “Solidaridad” regulado por la OMS, tratamientos basados en fármacos como remdesivir, hidroxiclороquina, lopinavir/ritonavir e interferón han demostrado bajos resultados en reducir la mortalidad en pacientes contagiados, por lo que actualmente el esquema de tratamiento sigue siendo sintomático y de sostén. ⁽²⁹⁾ Debido a esto, la prevención primaria junto con la aplicación de las vacunas disponibles (autorizadas por la Organización Mundial de la Salud) y el cumplimiento de las medidas de bioseguridad recomendadas por la OMS son la mejor forma de evitar el contagio, entre estas últimas se incluyen el uso de mascarillas, evitar las aglomeraciones de personas, mantener una distancia física de 1 metro entre personas, la práctica de lavado de manos y/o desinfección con alcohol, entre otras medidas. ⁽²⁰⁾

Durante el transcurso de la pandemia, y a medida que se iba comprendiendo más al SARS-CoV-2 y su mecanismo de acción, se han podido establecer algunas guías o recomendaciones para un mejor abordaje de estos pacientes infectados, como el uso de oxígeno medicinal o respiradores mecánicos (según la gravedad de los pacientes), la terapia de hidratación, la profilaxis para tromboembolismo con enoxaparina o heparina no fraccionada, y el uso de corticoides como la dexametasona en casos moderados o graves.

Objetivos del trabajo presentado

Como se mencionó previamente, actualmente el manejo de los pacientes contagiados es únicamente sintomático y paliativo. Sin embargo, el uso de oxígeno medicinal sigue siendo parte fundamental del tratamiento y recuperación de los pacientes afectados, independientemente de la gravedad de sus síntomas. Por lo tanto, la falta de acceso a este recurso afectaría gravemente el pronóstico en estos

casos, pudiendo llegar a significar el fallecimiento del individuo. Es por este motivo que el presente trabajo busca apoyar y sustentar la importancia de la disponibilidad del oxígeno medicinal y su efecto en la variación de la mortalidad de los pacientes contagiados con COVID-19.

I. MATERIALES Y MÉTODOS

Respecto a las características del estudio realizado, es de tipo observacional descriptivo, específicamente de tipo ecológico de datos agrupados, porque no se buscó plantear una relación causa-efecto, sino contabilizar los casos de COVID-19 entre dicho periodo de tiempo y evaluar el impacto de la disponibilidad de oxígeno medicinal. Además de ser transversal, con el objetivo de analizar la presencia de pacientes positivos de COVID-19 entre el 2020 y 2021.

La población de estudio fueron los centros de salud públicos y privados que atendieron pacientes COVID-19 entre el 2020-2021 en Lima Metropolitana. Se excluyeron centros sin atención de hospitalización y aquellos con atención domiciliaria.

El criterio de inclusión fueron todos aquellos centros de salud que hayan cumplido con los indicadores necesarios para el correcto tratamiento de los pacientes con diagnóstico positivo de COVID-19 en Lima Metropolitana entre el 2020 – 2021.

Respecto al criterio de exclusión, no se emplearon los datos de aquellos centros de salud que trataron pacientes COVID-19 de manera domiciliaria y a los cuales no se les pudo realizar un adecuado seguimiento. Además, todos aquellos reportes de pacientes ingresados que fallecieron por causas diferentes a COVID-19, como por ejemplo debido a un empeoramiento de una comorbilidad, no fueron contabilizados.

Debido a la naturaleza del estudio, el muestreo no se aplicó para este caso.

Los datos utilizados en este estudio provinieron del sitio web del Estado Peruano “Plataforma Nacional de Datos Abiertos” (<https://www.datosabiertos.gob.pe/>) y de la página web “Sala de Situación de COVID” (<https://www.dge.gob.pe/covid19.html>) proporcionada por el Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades - MINSA. Para la integración de los datos de disponibilidad y consumo de oxígeno, se seleccionó y sumó las columnas de “Volumen Disponible”, “Producción Diaria” y “Consumido en el día” según método de almacenamiento de la base de datos “Información por día de Disponibilidad y Consumo de Oxígeno Medicinal a nivel nacional” y se trasladaron a una base de datos con las variables de interés del estudio. Respecto a los métodos de producción o almacenamiento empleados por los centros de salud, en las fuentes de información revisadas se

consideran los siguientes: cilindros, generadores o concentradores de oxígeno, plantas generadoras de oxígeno, tanques criogénicos e isotanques. ⁽³¹⁾ (Anexos 1,2,3)

La información relacionada a la mortalidad de los pacientes contagiados por COVID-19 en la región de Lima Metropolitana se obtuvo de la base de datos del sitio web del Estado Peruano “Plataforma Nacional de Datos Abiertos” (<https://www.datosabiertos.gob.pe/>) y se filtraron los resultados indicados en el periodo de estudio y las variables como: edad, sexo, nivel de atención del centro de salud, provincia y distrito de atención.

Para el análisis de los datos se usaron tablas de frecuencias y medidas de tendencia central y dispersión para variables numéricas a nivel descriptivo donde se incluyen las variables de: edad, sexo, nivel de los centros de salud, volumen de oxígeno medicinal disponible y mortalidad.

Para establecer la asociación y el contraste de hipótesis se realizó un análisis de correlación de Pearson entre las variables de mortalidad y disponibilidad de oxígeno, previa evaluación de supuestos de linealidad y considerando una significancia estadística del 95% para este análisis. Todos los niveles de asociación se evaluaron a nivel de un $p < 0.05$.

En cuanto al aspecto ético, para la realización de este trabajo no se requirió de un consentimiento informado por parte de los pacientes, ya que solamente se realizó una evaluación general de los datos publicados por el MINSA y obtenidos de primera mano de los Centros de Salud ubicados en Lima Metropolitana. La confidencialidad de datos de los pacientes obtenidos para este estudio se mantiene mediante la anonimidad en la plataforma de Datos Abiertos.

II. RESULTADOS

Al revisar las bases de datos proporcionadas por el Estado Peruano, se encontró que durante el periodo de enero 2020 a diciembre del 2021 se habían detectado un total de 1,032,718 casos de COVID-19 en el área de Lima Metropolitana, de los cuales 451,923 fueron diagnosticados en el año 2020 y 581,227 en el año 2021. **(Tabla 1)**

Tabla 1. Total De Casos Positivos De COVID Según Año Y Mes

MES	AÑO	
	2020	2021
Enero	117	87 494
Febrero	166	95 071
Marzo	4 633	108 585
Abril	44 245	74 746
Mayo	80 121	34 386
Junio	52 259	21 549
Julio	69 625	13 868
Agosto	83 317	11 789
Septiembre	48 647	12 292
Octubre	27 648	13 871
Noviembre	16 409	21 760
Diciembre	24 736	85 816
TOTAL	451 923	581 227

Así mismo, respecto al número de fallecidos, se registraron 82,496 fallecidos por COVID-19 en Lima Metropolitana durante el mismo periodo de tiempo, de los cuales 39,361 casos fueron reportados en 2020 y 43,135 en 2021. **(Tabla 2)**

Del total de fallecidos entre 2020 y 2021, un total de 52,790 (64%) correspondieron a hombres y 29,706 (36%) a mujeres. Acerca de la de edad de los fallecidos por COVID-19, la mayoría de pacientes se encontraba entre los 65 y 70 años, siendo el rango etario registrado desde los 0 años (incluyéndose recién nacidos y lactantes) hasta 125 años.

Tabla 2. Total De Fallecidos Por COVID Según Año Y Mes

MES	AÑO	
	2020	2021
Enero	0	4 659
Febrero	0	8 961
Marzo	87	10 190
Abril	2 469	9 238
Mayo	7 453	5 017
Junio	7 734	1 845
Julio	7 037	919
Agosto	6 863	530
Septiembre	3 538	394
Octubre	1 793	438
Noviembre	1 116	431
Diciembre	1 271	513
TOTAL	39 361	43 135

Geográficamente, se agruparon los reportes de casos positivos y fallecidos en cuatro zonas: Lima Norte (Incluyendo los distritos de Carabayllo, Ancón, Puente Piedra, San Martín de Porres, Santa Rosa, Comas, Independencia y Los Olivos); Lima Centro (Incluyendo los distritos de Rímac, Lima Cercado, San Luis, La Victoria, Breña, Jesús María, Lince, Surquillo, Magdalena del Mar, Pueblo Libre, San Miguel, San Isidro, San Borja, Santiago de Surco, Barranco y Miraflores); Lima Sur (Incluyendo los distritos de Chorrillos, San Juan de Miraflores, Villa María del Triunfo, Villa el Salvador, Lurín, Pachacámac, Punta Hermosa, Punta Negra, San Bartolo, Santa María del Mar y Pucusana); y Lima Este (Incluyendo los distritos de San Juan de Lurigancho, Lurigancho-Chosica, Chaclacayo, Cieneguilla, La Molina, Ate, Santa Anita y El Agustino).

Entre los años 2020 y 2021, la zona de Lima Centro registró la mayor cantidad de casos positivos de COVID-19, con un total de 361,651 (33.34%), seguido de Lima Norte con 213,500 (24.86%), Lima Este con 208,390 (24.77%) y finalmente Lima Sur con 155,937 (17.01%) casos detectados. **(Tabla 3)**

Tabla 3. Casos Positivos COVID-19 Agrupados Por Zona

AÑO	ZONA			
	LIMA NORTE	LIMA CENTRO	LIMA SUR	LIMA ESTE
2020	103 351	138 628	70 756	102 990
2021	110 149	223 023	85 181	105 400
TOTAL	213 500	361 651	155 937	208 390

Entre los años 2020 y 2021, la zona de Lima Centro registró la mayor cantidad de fallecidos, con un total de 26,453 (32.06%), seguido de Lima Norte con 21,720 (26.32%), Lima Este con 19,546 (23.69%) y finalmente Lima Sur con 14,777 (17.91%) fallecidos. **(Tabla 4)**

Tabla 4. Fallecidos COVID-19 Agrupados Por Zona

AÑO	ZONA			
	LIMA NORTE	LIMA CENTRO	LIMA SUR	LIMA ESTE
2020	10 800	11 956	7 154	9 451
2021	10 920	14 497	7 623	10 095
TOTAL	21 720	26 453	14 777	19 546

Al obtener la información del total de casos detectados y el número de fallecidos por COVID-19 en el mismo periodo de tiempo, se procedió a analizar la tasa de letalidad por año y mes en Lima Metropolitana entre los años 2020-2021. Se observa que en ambos años las mayores tasas de letalidad se encontraban entre los meses de abril, mayo, junio y julio, con un pico de 14.80% en el mes de junio del 2020, y un pico de 14.59% en mayo del 2021. **(Tabla 5)**

Tabla 5. Tasa De Letalidad De COVID-19 Según Año Y Mes

MES	AÑO	
	2020	2021
Enero	0,00%	5,32%
Febrero	0,00%	9,43%
Marzo	1,88%	9,38%
Abril	5,58%	12,36%
Mayo	9,30%	14,59%
Junio	14,80%	8,56%
Julio	10,11%	6,63%
Agosto	8,24%	4,50%
Septiembre	7,27%	3,21%
Octubre	6,49%	3,16%
Noviembre	6,80%	1,98%
Diciembre	5,14%	0,60%
PROMEDIO	8,71%	7,42%

Se analizó la cifra de fallecidos por COVID-19 y la cantidad registrada de oxígeno medicinal disponible en centros de salud de primer nivel a tercer nivel en el periodo previo al inicio de la vacunación en el país, de julio del 2020 a enero del 2021. De esa forma, se obtuvieron los resultados que se observan en la siguiente tabla.

(Tabla 5)

Tabla 6. Total De Fallecidos Y Oxigeno Medicinal Disponible Previo al Inicio de la Vacunación

Periodo	Mes	Fallecidos	Oxigeno Total (Millones de m3)
PREVIO AL INICIO DE VACUNACIÓN	Julio	7 037	5.31
	Agosto	6 863	7.98
	Septiembre	3 538	9.80
	Octubre	1 793	10.3
	Noviembre	1 116	9.76
	Diciembre	1 271	9.75
	Enero	4 659	9.93

Al realizar un análisis de correlación entre ambos datos mediante el coeficiente de correlación de Pearson se obtuvo una correlación negativa de $r = -0.852$ con un valor de $p = 0.031$.

		Oxígeno Total (Millones de m3)	Fallecidos
Oxígeno Total (Millones de m3)	Parsons r	—	-0.852
	p-valué	—	0.031
Fallecidos	Parsons r	-0.852	—
	p-valué	0.031	—

De manera similar, se ordenó en una tabla la cifra de fallecidos por COVID-19 y la cantidad registrada de oxígeno medicinal disponible en centros de salud de primer nivel a tercer nivel entre los meses posteriores al inicio de la vacunación en el país, siendo el rango analizado de febrero del 2021 a septiembre del 2021. **(Tabla 6)**

Tabla 7. Total De Fallecidos Y Oxígeno Medicinal Disponible Posterior al Inicio de la Vacunación

Periodo	Mes	Fallecidos	Oxígeno Total (Millones de m3)
POSTERIOR AL INICIO DE VACUNACIÓN	Febrero	8 961	10.2
	Marzo	10 190	12.1
	Abril	9 238	9.75
	Mayo	5 017	11.2
	Junio	1 845	11.6
	Julio	919	11.8
	Agosto	530	11.9
	Septiembre	394	11.3

Con la información obtenida en dicho periodo de tiempo, se procedió a realizar un análisis de correlación entre ambos datos mediante el coeficiente de correlación de Pearson, obteniéndose una correlación negativa con resultado $r = -0.458$ y un valor de $p = 0.215$.

		Oxigeno Total (Millones de m3)	Fallecidos
Oxigeno Total (Millones de m3)	Parsons r	—	-0.458
	p-valué	—	0.215
Fallecidos	Parsons r	-0.458	—
	p-valué	0.215	—

Así mismo, al recopilar los datos obtenidos de las fuentes consultas, se procedió a analizar la correlación entra las variables de porcentaje de letalidad y consumo de oxígeno en el mismo periodo de tiempo: previo y posterior al inicio de la vacunación, presentado en los ejemplos anteriores. Se obtuvieron de esta forma los siguientes resultados. **(Tabla 8)**

Tabla 8. Tasa de Letalidad Y Consumo de Oxigeno Previo al Inicio de la Vacunación

Periodo	Mes	Letalidad	Oxigeno Consumido (Millones de m3)
PREVIO AL INICIO DE VACUNACIÓN	Julio	10.11%	1.427
	Agosto	8.24%	1.985
	Septiembre	7.27%	1.859
	Octubre	6.49%	1.705
	Noviembre	6.80%	1.353
	Diciembre	5.14%	1.356
	Enero	5.32%	1.986

Al aplicar la correlación r de Pearson a las variables anteriores, se encontró una correlación negativa con resultado $r = -0.072$, y valor de $p = 0.878$.

		Oxigeno Consumido (Millones de m3)	Fallecidos
Oxigeno Consumido (Millones de m3)	Parsons r	—	-0.072
	p-valué	—	0.878
Letalidad	Parsons r	-0.072	—
	p-valué	0.878	—

De igual manera, se analizaron las mismas variables de letalidad y consumo de oxígeno, pero en el periodo posterior al inicio de la vacunación, obteniendo los siguientes resultados. **(Tabla 9)**

Tabla 9. Total De Fallecidos Y Oxígeno Medicinal Disponible Posterior al Inicio de la Vacunación

Periodo	Mes	Letalidad	Oxígeno Consumido (Millones de m3)
POSTERIOR AL INICIO DE VACUNACIÓN	Febrero	9.43%	3.109
	Marzo	9.38%	3.823
	Abril	12.36%	3.753
	Mayo	14.59%	3.181
	Junio	8.56%	2.293
	Julio	6.63%	1.804
	Agosto	4.50%	1.319
	Septiembre	3.21%	1.089

Se aplicó la correlación r de Pearson a ambas variables con los datos de la tabla anterior y se encontró, contrariamente al periodo anterior, una correlación positiva con resultados $r = 0.847$ y $p = 0.008$.

		Oxígeno Consumido (Millones de m3)	Fallecidos
Oxígeno Consumido (Millones de m3)	Parsons r	—	0.847
	p-valué	—	0.008
Letalidad	Parsons r	0.847	—
	p-valué	0.008	—

III. DISCUSIÓN

Al revisar los resultados obtenidos, podemos observar en un inicio que, si bien se reportó una mayoría de casos de COVID-19 en los meses posteriores al inicio de la vacunación (febrero del 2021), el número de fallecidos y tasa letalidad en comparación al periodo previo a ello son muy cercanos, con una diferencia de 10,817 fallecidos más en el año 2021 y una letalidad de 1.53% superior en el año 2020. Esto podría deberse, en un principio, al mismo hecho de inicio de la vacunación de la población en el año 2021 así como el acceso a mayores recursos para el tratamiento y manejo de los pacientes contagiados en los hospitales y centros de salud. Todo ello, sumado a una mejor comprensión de la fisiopatología de la enfermedad y la publicación de protocolos y guías a nivel mundial, permitieron que en el segundo año de pandemia la cantidad de fallecidos no aumentase de manera tan sostenida y preocupante como en el primer año, aun cuando se reportó un mayor número de casos positivos en 2021.

Por otro lado, respecto a la disponibilidad de oxígeno en el periodo presentado, podemos observar que en los meses previos al inicio de la vacunación el valor de correlación negativa con el número de fallecidos es alto (-0.852), por lo que podría inferirse el rol importante que cumplió el acceso y disponibilidad de oxígeno medicinal, además de otros factores propios del paciente y externos que no forman parte del análisis de este estudio.

Sin embargo, al revisar de igual forma el periodo posterior al inicio de la vacunación, se puede apreciar que el valor de correlación negativa se reduce considerablemente (-0.458), existiendo solamente una correlación media o moderada en comparación al periodo anterior a pesar del aumento en la disponibilidad de oxígeno en estas fechas. La posible causa principal de este descenso puede deberse, como se mencionó anteriormente, al inicio de la vacunación de la población y mejor comprensión en el tratamiento de la enfermedad.

Por otro lado, al evaluarse la correlación entre letalidad y consumo de oxígeno, en el periodo anterior a la vacunación se obtuvo como resultado una correlación negativa muy débil (-0.072), en contraste a lo hallado al evaluarse la disponibilidad de oxígeno y el total de fallecidos en el mismo periodo de tiempo. De la misma forma, en los meses posteriores a la vacunación, al evaluar letalidad y consumo de

oxígeno se muestra una correlación positiva fuerte (0.847) en oposición al resultado obtenido cuando se analizaron el número de fallecidos y disponibilidad de oxígeno en el mismo periodo de tiempo. Estos dos últimos resultados pueden haber sido causados por el hecho de que, en los meses posteriores a la vacunación, se reportó un aumento progresivo de contagios y de pacientes con cuadros graves que requerían de camas UCI y oxigenoterapia continua, por lo que de esta manera se observó un aumento considerable en el consumo de oxígeno durante el transcurso de estos meses, a comparación de lo reportado en la primera ola o previo al inicio de la vacunación, cuando las unidades UCI no se encontraban tan demandadas. El hecho del aumento de casos hospitalizados y fallecidos a pesar del inicio de la vacunación es debido en gran parte al descuido y desinterés de la población respecto a las medidas de bioseguridad posterior al primer año de pandemia, así como errores por parte del Estado de retirar carpas o módulos de atención para COVID-19 y de rescindir el contrato a parte de los doctores contratados durante la emergencia de la primera ola, privándose así de una atención y detección oportuna a aquellos pacientes contagiados durante las primeras fases de la enfermedad.

Otro punto importante a tener en cuenta también es que la mayoría de casos positivos y de fallecidos en el periodo presentado se ubican geográficamente en el área de Lima Centro, lo cual es algo esperado ya que esta zona alberga la mayor cantidad de población de las cuatro divisiones realizadas y es una zona urbana densamente poblada en comparación por ejemplo al área de Lima Sur, donde la densidad de población es menor y por lo tanto la transmisión y propagación del virus entre la gente es más lenta o difícil.

Finalmente, si bien el objetivo principal de este estudio era comprobar las posibles correlaciones entre la disponibilidad de oxígeno medicinal y el número de fallecidos por COVID-19 así como el consumo de oxígeno medicinal y la variación de la letalidad, aún falta que se investigue en más detalle como otros factores no incluidos en este estudio que se presentaron anteriormente como el nivel socioeconómico, respuesta y adherencia por parte de la población a las normas sanitarias indicadas, el acceso a la atención de salud, y otros no evaluados, como presencia de comorbilidades, fueron factores que influyeron en mayor o menor medida al número de contagios y fallecidos por COVID-19 durante esas fechas.

Así mismo, en este trabajo no se han considerado aquellos pacientes que han sido tratados de manera domiciliaria, han fallecido por otros motivos diferentes al COVID-19 o han fallecido sin llegar a ser diagnosticados con COVID-19 por ser asintomáticos, ya que de agregarse estos casos al análisis se estaría cometiendo una falacia ecológica.

IV. CONCLUSIONES

Basado en toda la información presentada en este trabajo y de acuerdo a los resultados obtenidos luego de la revisión de datos, se pueden concluir los siguientes puntos:

- Al evaluar la disponibilidad de oxígeno y el número de fallecidos en el mismo periodo de tiempo y zona, podemos concluir que durante el periodo previo a la vacunación se observó una correlación moderada-alta en función a estas dos variables, mientras que para el periodo posterior esta correlación se redujo a una de carácter moderado, por lo que se comprende que durante el primer año de pandemia, el acceso a oxígeno medicinal fue clave en el desenlace de estos pacientes contagiados con COVID-19.
- Posteriormente, factores externos importantes como el inicio de la vacunación, mejor comprensión de la enfermedad, y mayor accesibilidad a los servicios de salud (incluido el acceso a oxígeno medicinal en cualquiera de sus presentaciones) ayudaron en la disminución de la mortalidad en el segundo año de pandemia, a pesar de haberse presentado un alza del número de casos positivos.
- De igual manera, al analizar la letalidad y consumo de oxígeno en ambos periodos de tiempo, se concluye que la correlación alta hallada en el periodo posterior a la vacunación fue debido al aumento de casos graves que requerían de oxígeno de manera continua, en comparación a aquellos detectados en la primera ola o previo al inicio de la vacunación, cuando la demanda de cuidados intensivos no era tan elevada.
- Por lo tanto, se corrobora mediante ambos análisis que el acceso a oxígeno medicinal, especialmente en aquellas personas contagiadas no vacunadas o con factores de comorbilidad, cumple un rol importante en el manejo y pronóstico de la enfermedad, con mayor importancia en aquellos casos moderados a graves donde se vuelven indispensables para estos pacientes debido a un requerimiento continuo. De esta forma, se respalda lo optado por la OMS de incluir al oxígeno medicinal como parte de la lista de medicinas esenciales para el tratamiento y manejo de pacientes con COVID-19.

V. RECOMENDACIONES

Si bien con el presente trabajo se ha podido observar en parte tanto la correlación entre disponibilidad de oxígeno medicinal y el número de fallecidos a casusa del COVID-19, así como la correlación entre letalidad y consumo de oxígeno en periodos previos y posteriores al inicio de la vacunación en una zona específica como Lima Metropolitana, se recomendaría que posteriormente se ampliase el rango de tiempo evaluado y la zona estudiada, a ser posible a nivel nacional y departamental, para ver variaciones en la correlación de estas dos variables en otros departamentos y regiones del Perú. De esta forma no solamente se aumentaría la población de estudio, sino que también podría analizarse cómo otros factores internos propios del individuo como comorbilidades, antecedentes médicos y quirúrgicos; y externos como clima, altitud, acceso a servicios de comunicación, entre otros pudieron ser factores determinantes en el proceso de la enfermedad y fallecimiento de algunos pacientes.

VI. FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Alocución de apertura del Director General de la OMS en la rueda de prensa sobre la COVID-19 celebrada el 11 de marzo de 2020 [Internet]. [citado 29 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.who.int/es/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020>
2. Barber RM, Sorensen RJD, Pigott DM, Bisignano C, Carter A, Amlag JO, et al. Estimating global, regional, and national daily and cumulative infections with SARS-CoV-2 through Nov 14, 2021: a statistical analysis. *The Lancet*. junio de 2022;399(10344):2351-80.
3. Dong E, Du H, Gardner L. An interactive web-based dashboard to track COVID-19 in real time. *Lancet Inf Dis*. 20(5):533-534. doi: 10.1016/S1473-3099(20)30120-1
4. SALA SITUACIONAL COVID 19. [Internet]. [citado 1 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://www.dge.gob.pe/covid19.html>
5. COVID-19 Oxygen Needs Tracker [Internet]. [citado 2 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.path.org/programs/market-dynamics/covid-19-oxygen-needs-tracker/>
6. Redacción EC. Minsa recogió los 275 ventiladores mecánicos donados por el proyecto MASI | VIDEO. *El Comercio* [Internet]. 5 de enero de 2021 [citado 17 de diciembre de 2023]; Disponible en: <https://elcomercio.pe/lima/sucesos/coronavirus-peru-minsa-recogio-los-275-ventiladores-mecanicos-donados-por-el-proyecto-masi-video-covid-19-segunda-ola-nndc-noticia/>
7. Primer lote de oxígeno medicinal procedente de Chile llegó a Lima, donado por la SNMPE [Internet]. [citado 4 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://elperuano.pe/noticia/116825-primer-lote-de-oxigeno-medicinal-procedente-de-chile-llego-a-lima-donado-por-la-snmpe>
8. OPS dona 62 concentradores de oxígeno para la atención de casos COVID-19 - OPS/OMS | Organización Panamericana de la Salud [Internet]. [citado 17 de diciembre de 2023]. Disponible en

<https://www.paho.org/es/noticias/30-9-2020-ops-dona-62-concentradores-oxigeno-para-atencion-casos-covid-19>

9. ACT-Accelerator Reflections Compendium [Internet]. [citado 25 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://www.who.int/publications/m/item/act-accelerator-reflections-compendium>
10. As COVID-19 Cases Mount in Peru, Medical and Social Support Are Key | Partners In Health [Internet]. [citado 27 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://www.pih.org/article/covid-19-cases-mount-peru-medical-and-social-support-are-key>
11. "Access to COVID-19 Tools (ACT) Accelerator". World Health Organization (WHO). 24 April 2020
12. "ACT-Accelerator Strategic Review". World Health Organization (WHO). 8 October 2021
13. Usher AD. Medical oxygen crisis: a belated COVID-19 response. *The Lancet*. marzo de 2021;397(10277):868-9
14. World Health Organization. Clinical management of severe acute respiratory infection (SARI) when COVID-19 disease is suspected. Interim guidance. *Pediatr Med Rodz*. 20 de mayo de 2020;16(1):9-26.
15. Dondorp AM, Hayat M, Aryal D, et al. Respiratory support in novel coronavirus disease (COVID-19) patients, with a focus on resource-limited settings. *Am J Trop Med Hyg* 2020:1–7.
16. Frat J-P, Thille AW, Mercat A, Girault C, Ragot S, Perbet S, et al. High-Flow Oxygen through Nasal Cannula in Acute Hypoxemic Respiratory Failure. *New England Journal of Medicine*. 4 de junio de 2015;372(23):2185-96.
17. Nakkazi E. Oxygen supplies and COVID-19 mortality in Africa. *The Lancet Respiratory Medicine*. 1 de abril de 2021;9(4):e39.
18. Villaran F, Lopez S, Ramos MC, Quintanilla P, Solari L, Ñopo H, et al. Informe sobre las causas del elevado número de muertes por la pandemia del covid-19 en el Perú. Lima: CONCYTEC; 2021

19. McIntosh, K., Hirsch, M. S., & Bloom, A. (2021). COVID-19: Clinical features. UpToDate. (Accessed on Dec 1, 2023).
20. CDC. Centers for Disease Control and Prevention. 2020 [citado 29 de diciembre de 2023]. Enfermedad del coronavirus 2019 (COVID-19). Disponible en: <https://espanol.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/variants/variant-classifications.html>
21. INS identifica 12 casos del linaje JN.1 de la covid-19 en el Perú [Internet]. [citado 30 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://elperuano.pe/noticia/232174-ins-identifica-12-casos-del-linaje-jn1-de-la-covid-19-en-el-peru>
22. McIntosh, K., Hirsch, M. S., & Bloom, A. (2021). COVID-19: Epidemiology, virology, and prevention. UpToDate. Available online: <https://www.uptodate.com/contents/covid-19-epidemiology-virology-and-prevention> (accessed on 20 December 2023).
23. Wu Y, Kang L, Guo Z, Liu J, Liu M, Liang W. Incubation Period of COVID-19 Caused by Unique SARS-CoV-2 Strains: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Netw Open*. 1 de agosto de 2022;5(8):e2228008.
24. Rothe C, Schunk M, Sothmann P, Bretzel G, Froeschl G, Wallrauch C, et al. Transmission of 2019-nCoV Infection from an Asymptomatic Contact in Germany. *New England Journal of Medicine*. 5 de marzo de 2020;382(10):970-1.
25. He X, Lau EHY, Wu P, Deng X, Wang J, Hao X, et al. Temporal dynamics in viral shedding and transmissibility of COVID-19. *Nat Med*. mayo de 2020;26(5):672-5.
26. Variation in the COVID-19 infection–fatality ratio by age, time, and geography during the pre-vaccine era: a systematic analysis. *The Lancet*. 16 de abril de 2022;399(10334):1469-88.
27. COVID-19: serología, anticuerpos e inmunidad [Internet]. [citado 10 de noviembre de 2023]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/questions-and-answers/item/coronavirus-disease-covid-19-serology>

28. Health C for D and R. At-Home COVID-19 Antigen Tests-Take Steps to Reduce Your Risk of False Negative Results: FDA Safety Communication. FDA [Internet]. [citado 5 de enero de 2024]; Disponible en: <https://www.fda.gov/medical-devices/safety-communications/home-covid-19-antigen-tests-take-steps-reduce-your-risk-false-negative-results-fda-safety>
29. "Solidarity" clinical trial for COVID-19 treatments [Internet]. [citado 29 de mayo de 2021]. Disponible en: <https://www.who.int/es/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/global-research-on-novel-coronavirus-2019-ncov/solidarity-clinical-trial-for-covid-19-treatments>
30. World Health Organization. (2020). Advice on the use of masks in the context of COVID-19: interim guidance, 5 June 2020. World Health Organization.
31. Oxygen sources and distribution for COVID-19 treatment centres. Interim guidance. 4 April 2020. WHO reference number: WHO/2019-nCoV/Oxygen_sources/2020.1.

ANEXOS

ANEXO 1 - Base de datos consultada: *“Información por día de Disponibilidad y Consumo de Oxígeno Medicinal a nivel nacional”*. Puede ser encontrada en la Plataforma Nacional de Datos Abiertos

(<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/informaci%C3%B3n-por-d%C3%ADa-de-disponibilidad-y-consumo-de-ox%C3%ADgeno-medicinal-nivel-nacional-v1-0>)

The screenshot shows the header of the 'Plataforma Nacional de Datos Abiertos' website. It includes the 'gob.pe' logo and the title 'Plataforma Nacional de Datos Abiertos'. Below the header, there is a section for 'Gobierno de Datos' with a brief description of the data governance framework. The main content area displays the dataset title 'Información por día de Disponibilidad y Consumo de Oxígeno Medicinal a nivel nacional' and provides navigation options like 'Ver', 'Back to dataset', and 'Ir al recurso'.

ANEXO 2 - Vista en detalle de la base de datos: *“Información por día de Disponibilidad y Consumo de Oxígeno Medicinal a nivel nacional”*

(<http://datos.susalud.gob.pe/dataset/informaci%C3%B3n-por-d%C3%ADa-de-disponibilidad-y-consumo-de-ox%C3%ADgeno-del-formato-f5002/resource#{}>)

The screenshot shows the 'SUSALUD' website interface. It features the 'SUSALUD' logo and navigation links. The main content area displays the dataset 'Oxígeno_30-03-2021.csv' with a table of 112600 records. The table has columns for 'FECH...', 'FECH...', 'CODIGO', 'NOMB...', 'CATE...', 'NIVEL', 'INSTI...', 'MACR...', 'REGION', 'PROV...', 'DISTR...', 'FE_RE...', 'CILIN...', 'TOT...', and 'TC'. The table contains multiple rows of data representing different health facilities and their oxygen consumption and availability.

FECH...	FECH...	CODIGO	NOMB...	CATE...	NIVEL	INSTI...	MACR...	REGION	PROV...	DISTR...	FE_RE...	CILIN...	TOT...	TC
20200...	20200...	5292	HOSPI...	II-1	Nivel 2	GOBIE...	Zona N...	LA LIB...	PACAS...	GUADA...	04/07/...	1	13	
20200...	20200...	10333	CENTR...	I-4	Nivel 1	ESSAL...	Zona C...	LIMA R...	HUARAL	HUARAL	04/07/...	1	27	
20200...	20200...	25573	Creo Cl...	II-E	Nivel 2	PRIVA...		LIMA M...	LIMA	SAN M...	04/07/...	1	22	
20200...	20200...	2021	HOSPI...	II-1	Nivel 2	GOBIE...	Zona N...	PIURA	PAITA	PAITA	04/07/...	1	100	
20200...	20200...	340	HOSPI...	II-1	Nivel 2	GOBIE...	Zona C...	JUNIN	CHANC...	PICHA...	04/07/...	1	73	
20200...	20200...	12995	SAN JU...	II-E	Nivel 2	OTRO	Zona Sur	CUSCO	CUSCO	SANTI...	04/07/...	1	1	
20200...	20200...	25210	TUPAC ...	II-E	Nivel 2	GOBIE...	Zona Sur	CUSCO	CUSCO	SAN SE...	04/07/...	1	11	
20200...	20200...	11338	PARDO	II-E	Nivel 2	PRIVA...	Zona Sur	CUSCO	CUSCO	WANC...	04/07/...	1	13	
20200...	20200...	12761	CLINIC...	II-1	Nivel 2	PRIVA...	Zona N...	CAJAM...	CAJAM...	CAJAM...	04/07/...	1	6	
20200...	20200...	10267	HOSPI...	I-4	Nivel 1	ESSAL...	Zona N...	PIURA	SULLA...	SULLA...	04/07/...	1	48	
20200...	20200...	3754	HOSPI...	II-1	Nivel 2	GOBIE...	Zona Sur	AYACU...	LA MAR	AYNA	04/07/...	1	8	
20200...	20200...	3727	HOSPI...	II-1	Nivel 2	GOBIE...	Zona Sur	AYACU...	LUCAN...	PUQUIO	04/07/...	1	20	
20200...	20200...	9886	CLINIC...	III-1	Nivel 3	PRIVA...		LIMA M...	LIMA	SAN B...	04/07/...	1	52	
20200...	20200...	18230	HOSPI...	II-1	Nivel 2	PRIVA...	Zona Sur	TACNA	JORGE ...	ILABAYA	04/07/...	1	30	
20200...	20200...	9041	CENTR...	I-4	Nivel 1	ESSAL...	Zona N...	LA LIB...	TRUJIL...	EL POR...	04/07/...	1	8	
20200...	20200...	11763	HOSPI...	I-4	Nivel 1	ESSAL...	Zona N...	PIURA	PAITA	PAITA	04/07/...	1	48	

ANEXO 3 – Tabla resumen basada en *Oxygen sources and distribution for COVID-19 treatment centres. Interim guidance. 4 April 2020.*

	CILINDROS	CONCENTRADORES DE OXIGENO	PLANTAS GENERADORAS DE OXIGENO	TANQUES CRIOGÉNICOS / ISOTANQUES
CARACTERÍSTICAS	Almacenamientos cilíndricos recargables que pueden almacenar y transportar oxígeno en forma de gas comprimido. Los cilindros se recargan de oxígeno en una planta generadora y por lo tanto requieren transporte desde y hacia la planta	Dispositivo médico electrónico y automático que puede concentrar el oxígeno del aire ambiente y administrarlo al paciente	Conjunto de equipos industriales capaces de generar y almacenar oxígeno medicinal a través de la Adsorción por Oscilación de Presión (PSA). Puede estar conectado a un sistema de tuberías central o recargar cilindros de oxígeno.	Tanques de gran capacidad que almacenan oxígeno líquido generado aparte en otro lugar y posteriormente depositado en el tanque. Puede ser conectado a un sistema de tuberías y distribuirse en el centro de salud. Requiere ser recargado cada cierto tiempo con oxígeno líquido.
APLICACION CLINICA	Su uso es muy versátil en la práctica clínica debido a que no requiere estar conectado a corriente eléctrica y puede ser transportado para su uso hospitalario o ambulatorio. Puede usarse también como almacenamiento de oxígeno medicinal y mantenerse como reserva.	Puede colocarse cerca del paciente y administrar oxígeno directamente. Además, puede entregar oxígeno a varios pacientes simultáneamente con el uso de un caudalímetro soporte para dividir el flujo de salida.	Se puede utilizar para la mayoría de necesidades de oxígeno, incluyendo suministro de alta presión a hospitales y recarga de cilindros.	Se puede utilizar para la mayoría de necesidades de oxígeno, incluyendo suministro de alta presión a hospitales. Se usa principalmente en instalaciones donde la energía eléctrica es intermitente o poco confiable.
MANTENIMIENTO	Bajo mantenimiento requerido por técnicos capacitados	Mantenimiento moderado requerido por técnicos capacitados.	Mantenimiento significativo del sistema y tuberías requeridas por técnicos e ingenieros capacitados	Mantenimiento significativo del sistema y tuberías requeridas por técnicos e ingenieros capacitados
BENEFICIOS	<ul style="list-style-type: none"> - No requiere conexión a fuente de energía - Puede ser transportado entre el centro de salud y el ambiente ambulatorio 	<ul style="list-style-type: none"> - Suministro continuo de oxígeno (si hay energía disponible) - El flujo de salida se puede dividir entre múltiples pacientes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Suministro continuo de oxígeno - Rentable económicamente para grandes instalaciones - Puede recargar otros cilindros de oxígeno 	<ul style="list-style-type: none"> - Alto rendimiento de oxígeno comparado al pequeño requisito de espacio.
DESVENTAJAS	<ul style="list-style-type: none"> -Requiere cadena de transporte y suministro -Oferta agotable si aumenta la demanda. -Dependiente de proveedor para recarga de cilindros -Riesgo de fuga de gas 	<ul style="list-style-type: none"> -Salida de baja presión, no es adecuado para CPAP o ventiladores. -Requiere servicio ininterrumpido de electricidad. -Requiere cilindro de respaldo 	<ul style="list-style-type: none"> -Altas inversiones de capital -Requiere servicio ininterrumpido de energía y adecuada infraestructura. -Mantenimiento elevado para sistema de tuberías y equipo electrónico. -Riesgo de fuga de gas por sistema de tuberías. 	<ul style="list-style-type: none"> -Requiere cadena de transporte/suministro -Oferta agotable si aumenta la demanda -Mantenimiento elevado por sistema de tuberías -Necesita adecuada infraestructura para su uso -Riesgo de fuga de gas por sistema de tuberías.