



FACULTAD DE MEDICINA HUMANA  
UNIDAD DE POSGRADO

**FACTORES ASOCIADOS A CONVERSIÓN A VENTILACIÓN  
MECÁNICA CON MÁSCARA DE SNORKELVERSUS  
RESERVORIO EN COVID-19**

PRESENTADO POR

ALEJANDRO JESUS BARRIENTOS HERRERA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PARA OPTAR

EL TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD EN MEDICINA  
DE EMERGENCIAS Y DESASTRES

ASESOR

ROSA ANGÉLICA GARCÍA LARA

LIMA – PERÚ

2022



**CC BY-NC-SA**

**Reconocimiento – No comercial – Compartir igual**

El autor permite transformar (traducir, adaptar o compilar) a partir de esta obra con fines no comerciales, siempre y cuando se reconozca la autoría y las nuevas creaciones estén bajo una licencia con los mismos términos.



**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA  
UNIDAD DE POSGRADO**

**FACTORES ASOCIADOS A CONVERSIÓN A VENTILACIÓN  
MECÁNICA CON MÁSCARA DE SNORKELVERSUS  
RESERVORIO EN COVID-19**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**PARA OPTAR  
EL TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD EN MEDICINA DE  
EMERGENCIAS Y DESASTRES**

**PRESENTADO POR  
ALEJANDRO JESUS BARRIENTOS HERRERA**

**ASESOR  
MTRA. ROSA ANGÉLICA GARCÍA LARA**

**LIMA, PERÚ**

**2022**

## ÍNDICE

	<b>Págs.</b>
<b>Portada</b>	i
<b>Índice</b>	ii
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>1</b>
1.1 Descripción de la situación problemática	1
1.2 Formulación del problema	3
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivos específicos	3
1.4 Justificación	3
1.4.1 Importancia	3
1.4.2 Viabilidad y factibilidad	4
1.5 Limitaciones	4
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b>	<b>5</b>
2.1 Antecedentes	5
2.2 Bases teóricas	10
2.3 Definición de términos básicos	17
<b>CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES</b>	<b>19</b>
3.1 Formulación	19
3.2 Variables y su definición operacional	19
<b>CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA</b>	<b>21</b>
4.1 Diseño metodológico	21
4.2 Diseño muestral	21
4.3 Técnicas de recolección de datos	22
4.4 Procesamiento y análisis de datos	22
4.5 Aspectos éticos	23
<b>CRONOGRAMA</b>	<b>24</b>
<b>PRESUPUESTO</b>	<b>25</b>
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b>	<b>26</b>
<b>ANEXOS</b>	
1. Matriz de consistencia	
2. Instrumentos de recolección de datos	

## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **1.1 Descripción de la situación problemática**

En diciembre del año 2019, se registraron casos raros de una infección vírica de alta evolución severa en Wuhan-China (1,2). Este virus fue descrito como un microorganismo con ARN animal; posteriormente, se otorgó el nombre de coronavirus 19 (3). La sintomatología más frecuente es fiebre, tos, disnea; además de mostrar defectos Imagenológicos de cuadros neumónicos graves (1,3,4).

Fue así que, durante las primeras semanas del 2020, se propagó la transmisión del SARS-COV-2, el cual llegó a mostrar una letalidad estimada entre 2-3%, con un 10% de presentación de manifestaciones clínicas graves (5-10)A fines de febrero de 2020, el coronavirus llegó a Latinoamérica y el Caribe. En Brasil, se dio a conocer el primer caso (10). Y, hasta hoy, todos los países integrantes del continente sudamericano se vieron y siguen afectados, con sumas exorbitantes de casos y muertes. A inicios de marzo, se dio a conocer, en Perú, el primer caso (11,12) .

A inicios de marzo de 2020, la OMS declaró pandemia, y hasta la fecha, abril de 2022, se han registrado 498 millones y casi siete millones de muertes. Esto conllevó a una serie de escasez de recursos médicos ante la gran demanda de ventilación mecánica, surgió la alternativa por falta de equipos de ventilación mecánica. Tal es así que el snorkel se ha usado en varios países como alternativa frente a la demanda que hubo por COVID-19 en ofertar soporte con oxígeno no invasivo. Los pacientes con neumonía por COVID-19 requerían de largos períodos de tiempo en ventilación no invasiva. Durante las pandemias de COVID 19, las unidades de cuidados intensivos (UCI) se vieron abrumadas por una oleada de pacientes críticamente enfermos con insuficiencia respiratoria aguda, el riesgo de escasez de equipos especiales dedicados al suministro de oxígeno y el soporte de ventilación mecánica impulsaron la búsqueda de nuevas soluciones. La ventilación no invasiva (VNI) podría llevarse a cabo durante largos períodos de tiempo concomitantemente facilita también la alimentación enteral continua, sin ningún tipo de fugas de aire (13).

Diferentes partes del mundo, como Reino Unido (14), Taiwán (15), Irán, (16) han desarrollado alternativas con modificaciones de máscaras que cubren la cara para suministrar oxígeno y les han denominado snorkel.

El Snorkel o ventilación con reservorio ha sido usado en la primera y segunda ola de COVID-19 en frente a la ausencia de equipos de ventilación mecánica (VMI) asistida en algunos hospitales del Perú.

En Perú también surgió alternativas lideradas por la universidad Peruana Cayetano Heredia y la Pontificia Universidad Católica (17) para usar snorkel, y utilizado por asistentes de algunos hospitales para brindar la oferta ante los casos de COVID-19 que necesitaban ventilación mecánica, los dispositivos no invasivos como el snorkel o la ventilación con reservorio surgieron como alternativa ya que se utilizaban estos dispositivos para disminuir el riesgo de intubación y, con ello, la mortalidad (18). Por otro lado, se ha revisado las diversas fuentes de información no encontrándose publicación sobre los factores de riesgo identificado para snorkel o la ventilación con reservorio, o condiciones de riesgo que faciliten o posibiliten el uso de ventilación mecánica tanto en PUBMED, SCOPUS, EBSCO y ScienDirect. Esto genera controversia porque no se sabe aquellos factores de riesgo que hace que fallen en el tratamiento al paciente, para cualquiera de los dos métodos no invasivos y haga que deba optarse por ventilación artificial.

Sin embargo, este tipo de ventilación no invasiva es beneficiosa y evita la ventilación invasiva con la intubación orotraqueal en pacientes COVID-19. Es necesario analizar cuáles son las características que podrían conllevar a la ventilación mecánica, aun con el uso de estos sistemas. Es por eso que, en este estudio, se buscará determinar los factores asociados a conversión a ventilación mecánica en pacientes COVID-19 con máscara de snorkel versus reservorio, en el Hospital Guillermo Almenara Irigoyen, en el periodo de marzo de 2020 a marzo de 2021 .

## **1.2 Formulación del problema**

¿Cuáles son los factores asociados a conversión a ventilación mecánica en pacientes COVID-19 con máscara de snorkel versus reservorio en el Hospital Guillermo Almenara Irigoyen, en el periodo de marzo de 2020 a marzo de 2021?

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 General**

Determinar los factores asociados a conversión a ventilación mecánica en pacientes COVID 19 con máscara de snorkel versus reservorio en el Hospital Guillermo Almenara Irigoyen en el periodo de marzo del 2020 a marzo del 2021.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

Determinar los factores asociados a conversión a ventilación mecánica en pacientes COVID-19 con máscara de snorkel.

Establecer los factores asociados a conversión a ventilación mecánica en pacientes COVID-19 con máscara de reservorio.

Determinar la conversión a ventilación mecánica según edad y sexo.

## **1.4 Justificación**

### **1.4.1 Importancia**

Su relevancia radica en que el estudio comparará dos tipos de máscara para ventilación no invasiva y medirá el riesgo de conversión o factores de riesgo a ventilación mecánica.

Como no se ha encontrado fuentes de información que determinen las características clínicas o epidemiológicas que permita catalogar como riesgo clínico para conversión a ventilación artificial, este estudio podría contribuir al conocimiento de esta problemática.

Futuros pacientes con COVID-19 u otro tipo de enfermedad que requieran oxigenoterapia no invasiva podrían beneficiarse si presentan condiciones similares de conglomerados de pacientes.

En el ámbito práctico, los hallazgos posibilitarían plantear mejoras a los criterios clínicos de los médicos que abordan casos críticos de COVID-19.

#### **1.4.2 Viabilidad y factibilidad**

Esta investigación es factible, pues se obtendrán todos los permisos necesarios, tanto por parte del Comité de Investigación de la universidad, como del área administrativa y jefatura del servicio de emergencias del Hospital Guillermo Almenara Irigoyen. Además, este estudio es factible, porque se cuenta con los recursos económicos necesarios para su realización, los cuales serán financiados por el investigador.

#### **1.5. Limitaciones**

Registros clínicos de casos derivados a otras áreas hospitalarias sin registro de seguimiento, puede disminuir la población y la falta de literatura científica al respecto.

El estudio solo se realizará en un solo hospital, esto puede llevar a sesgo respecto a los factores de riesgo para pasar de ventilación no invasiva a ventilación mecánica.

Por ser retrospectivo algunos datos puedan no estar legibles o no encontrarse registrado.



## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1 Antecedentes

En 2020, Kechli et al. investigaron la máscara snorkel con el objetivo de evaluar el cumplimiento como filtro N95 para proteger al personal de salud contra patógenos transmitidos por el aire. En primer lugar, se realizó una prueba de ajuste cuantificada de N95 utilizando solución salina en aerosol. En segundo lugar, se midieron variables cardiorrespiratorias en reposo y durante el ejercicio moderado. La máscara modificada pasó los requisitos de prueba de ajuste del respirador N95 (N95) de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional de los Estados Unidos (OSHA) con un factor de ajuste de 142. No se produjo ni hipercapnia ni hipoxemia. Esta máscara modificada tiene el potencial de proteger a los proveedores de salud (19).

Greig et al., en 2020, publicaron sobre la seguridad de la adaptación de una máscara de snorkel a un filtro impreso en 3D con el fin de que este funcione como equipo de protección personal (EPP). Se imprimió un adaptador del sitio web de Thingiverse en una impresora 3D (Prusa i3 mk2 con material PLA estándar. Boquilla de 1.75, altura de capa de 0.15), a la que se adjuntó un filtro Intersurgical Cleartherm-3 HME (Intersurgical, Wokingham, Reino Unido). Sometimos el sistema a una serie de pruebas, en primer lugar, para verificar la aplicabilidad clínica y, en segundo lugar, para probar el ajuste (14).

Se utilizó el sistema TSI Portacount 8038 (TSI UK, High Wycombe, Reino Unido). A un usuario se le pidió que realizara una canulación simulada, manejo de las vías respiratorias y transferencia del paciente mientras usaba la máscara. Después de ponerse la mascarilla, el usuario realizó con éxito un control de ajuste con presión negativa, ocluyendo manualmente el filtro HME e inhalando. Durante los siguientes 20 minutos de actividad hubo un pequeño grado de empañamiento de las superficies internas, pero esto no afectó la visión. Se midió FIO<sub>2</sub>, ETO<sub>2</sub> y ETCO<sub>2</sub> prácticamente sin cambios en la composición del gas durante el período de prueba. El usuario informó de una incomodidad mínima y señaló que, en este

sentido, era comparable a una máscara 3 de máscara filtrante reutilizable (FFP) validada (14).

Sin embargo, en la prueba cuantitativa, para permitir una prueba de ajuste formal, se comparó el adaptador de la máscara y el filtro. Se tomaron muestras de gas desde el interior de la máscara sin romper los sellos faciales. Se hizo tres intentos con pequeñas modificaciones en el adaptador de snorkel entre cada articulación para reforzar el sistema. En todos los casos, la mascarilla falló durante la fase inicial de respiración normal (14).

En 2020, Germonpre et al. investigaron la eficiencia de los sistemas de máscaras snorkel adaptadas de varias marcas, para verificar si son tan seguras y efectivas como se afirma. Se realizó una prueba de adaptación facial, análoga a la prueba de máscara de gas. La seguridad respiratoria se evaluó midiendo el CO<sub>2</sub> espiratorio final y la saturación de oxígeno mientras se usaban las máscaras en reposo y durante el ejercicio físico. Las máscaras se probaron con adaptadores 3D para montar filtros de ventilador bacteriano-virales regulares cuando estuvieran disponibles, o con aberturas de snorkel cubiertas con tela N95 / FFP2. Dentro de los resultados, las máscaras modificadas se desempeñaron razonablemente bien en la prueba de ajuste, comparable a las máscaras N95 / FFP2 normales.

No todos los filtros del ventilador son igual de protectores. Para todas las máscaras, se observó un pequeño aumento inicial en el CO<sub>2</sub> espiratorio final, que se mantuvo dentro de los límites fisiológicos. Los adaptadores impresos en 3D fueron más seguros, flexibles y confiables que las adaptaciones improvisadas. Se concluyó que estas máscaras pueden ofrecer beneficios como sustituto del equipo de protección completo, ya que son más fáciles de poner y quitar, con protección completa de la cara. Pueden ser más cómodos de usar durante períodos prolongados. La selección adecuada del tamaño de la máscara, las pruebas de ajuste, la calidad de las piezas impresas en 3D y la elección del filtro fueron importantes (20).

Belenguer et al., en 2020, publicaron una carta científica donde se registró un estudio de 27 casos en la UCI. Dentro del estudio, 21 se manejaron con VNI, 5 VMI y una ONAF. Los sistemas no invasivos utilizados fueron BiPAP V60® (Respironics Inc., Pennsylvania, EE. UU.), respiradores de críticos Puritan Bennett® 980 (Covidien, Mansfield, EE. UU.), y en una ocasión CPAP-Boussignac® (Vygon, Ecouen, France). La VNI fue seguida, menos en casos de hidratación o higiene. Se encontró que utilizar VNI en pacientes con neumonía por COVID-19 evita en un porcentaje considerable la intubación, y sus complicaciones (21).

En 2020, Cinesi et al. publicaron el consenso para soporte respiratorio no invasivo en covid-19. Se sugirió que primero debe administrarse oxigenoterapia convencional, la cual puede ser a varias concentraciones según el caso. Luego, el siguiente nivel es soporte de alto flujo con cánulas binasales; donde se establecen concentraciones de hasta 60 lpm de oxígeno humidificado y caliente en su totalidad (esto promueve una redistribución de sustancia intraalveolar y el reclutamiento alveolar). El siguiente nivel es la VMNI, en el que la sedación es baja o ausente y permite la ventilación espontánea. El siguiente nivel de esta es la VMI, donde la ventilación es controlada y se incluyen las intubaciones. El último nivel es la membrana oxigenatoria extracorpórea (22).

Winck & Ambrosino, en 2020, describieron algunos problemas con el manejo de la insuficiencia respiratoria aguda (IRA) inducida por Covid-19 por los neumólogos. Se realizaron búsquedas en Medline, EMBASE y ensayos controlados de Cochrane. De acuerdo a los resultados, la protección de los trabajadores de la salud debe ser primordial, por lo que se garantizan equipos de protección personal completos y salas de presión negativa. La HFNC sola o con PP podría ofrecerse para casos leves ( $PaO_2 / FiO_2$  entre 200-300); la VNI sola o con PP puede funcionar en casos moderados ( $PaO_2 / FiO_2$  entre 100-200). La estrategia de rotación y acoplada (HFNC / NIV) puede ser beneficiosa.

Se recomienda una ventana de oportunidad de 1 a 2 h. Si la  $PaO_2 / FiO_2$  aumenta significativamente, la frecuencia respiratoria disminuye con un volumen corriente espirado relativamente bajo, la estrategia no invasiva podría estar

funcionando y la intubación demorada. Finalmente, se concluyó que, aunque las terapias respiratorias no invasivas tienen un papel en el contexto de la IRA por COVID-19, aún se necesita más investigación para definir el equilibrio de beneficios y riesgos para los pacientes y el personal sanitario. Indirectamente, las terapias respiratorias no invasivas pueden ser de particular beneficio para reducir complicaciones al evitar la necesidad de intubación, un procedimiento potencialmente altamente infeccioso (23).

En 2020, Lemyze et al. investigaron sobre la válvula Charlotte modificada con doble entrada. Se describe en el artículo que la válvula Charlotte y los demás dispositivos de VNI, interfieren constantemente con la nutrición del paciente. Para superar estos problemas, se modificó la válvula Charlotte de doble rama con la ayuda de los ingenieros de ELANPLAST. La nueva válvula impresa en 3D permite la conexión de un circuito de derivación simple en un lado y el paso de NGT en el otro lado. Por tanto, la VNI podría realizarse durante largos períodos de tiempo de forma concomitante con la alimentación enteral continua, sin fugas de aire adicionales. Como ya se mencionó, tales fugas de aire pueden promover insuflaciones excesivas aumentando el riesgo de distensión gástrica y aspiración de contenido gástrico, asincronía paciente-ventilador, mala tolerancia del paciente y finalmente suspensión de la alimentación enteral o falla de la VNI (13).

Landry et al., en 2020, publicaron una carta científica en donde se registra un experimento clínico con el objetivo de evaluar el rendimiento de laboratorio de CPAP oronasal y máscaras de snorkel adaptadas para incorporar oxígeno y CPAP. Se reclutaron dos voluntarios varones sanos. El participante uno (55 años, IMC = 25 kg / m<sup>2</sup>) completó el experimento 1 y el participante dos (37 años, IMC = 24 kg / m<sup>2</sup>) completó el experimento 2. Los participantes yacían en decúbito supino con el torso elevado 25 a la horizontal.

Los participantes usaron cada interfaz de máscara adjunta a cada uno de los circuitos respiratorios experimentales descritos anteriormente. El nivel de CPAP, así como el caudal de O<sub>2</sub> y la mezcla se manipularon desde una habitación contigua. La aprobación de ética en investigación humana para este proyecto fue obtenida por el HREC de Monash Health (RES-20-0000-227A- 63 509). La

integración entre los equipos de ingeniería y ciencias clínicas fue facilitada por el Instituto Monash de Ingeniería Médica y el Centro Académico de Ciencias de la Salud de Monash Partners (24).

El desempeño de la máscara CPAP y la máscara de snorkel Decathlon en la administración de varias concentraciones de O<sub>2</sub>. Para la mascarilla CPAP, los valores de FIO<sub>2</sub> fueron casi consistentes con la mezcla de O<sub>2</sub> suministrada. Por el contrario, la máscara de snorkel logró una FIO<sub>2</sub> más baja en cada nivel de mezcla de O<sub>2</sub>. Los valores más altos de FIO<sub>2</sub> alcanzados (100% O<sub>2</sub>, 15 respiraciones / min (lpm)) fueron del 94% para la máscara CPAP y del 80% para la máscara de snorkel. También, se observaron niveles más altos de reinhalación (evaluados por el CO<sub>2</sub> inspirado) para la máscara de snorkel (CO<sub>2</sub> inspirado: 13,8-16,7 mmHg, 15 lpm), que se elevó aún más a la frecuencia respiratoria más alta de 30 lpm. La reinhalación fue mínima con la máscara CPAP independientemente de la frecuencia respiratoria (0,1 a 4,7 mm Hg, 15 lpm). Se observaron patrones similares en FIO<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> inspirado cuando se incorporaron mezclas de O<sub>2</sub> usando la válvula Venturi (24).

En 2020, Singh et al. describieron que las tecnologías 3DP acaban de comenzar su carrera para hacer frente a las pandemias. Los fabricantes e investigadores eminentes comprenden el potencial de las tecnologías 3DP y los dirigieron a desarrollar PPE, herramientas médicas y otros dispositivos. La emergencia tecnológica, muestra que las tecnologías 3DP están en una posición única para respaldar la cadena de suministro y las brechas de inventario para PPE y otros equipos médicos. Teniendo en cuenta las demandas de PPE, el repentino aumento en la demanda de tecnologías 3DP ha estirado las cadenas de suministro y el sector de la salud lo está utilizando hasta un punto de ruptura. Como resultado, estas iniciativas permitieron a los productores proporcionar de manera eficiente los componentes y productos críticos como una respuesta global a la pandemia de COVID-19. Los avances oportunos de las tecnologías 3DP para contener la propagación del virus de enfermedades infecciosas como se describió. La aparición de la tecnología 3DP en este momento de la pandemia ha traído grandes esperanzas al producir el PPE y las herramientas médicas necesarias (25).

## **2.2 Bases teóricas**

### **Enfermedad COVID-19**

Es ocasionado por el virus SARS-COV-2 que tiene envoltura bicapa lipídica, la cual tiene 70-90 nm de diámetro. Posee un genoma de 30000 pares de base. Este codifica las proteínas S, E, M y N. de estas, la proteína S toma forma de corona en el terreno del virión; y es ahí donde está el receptor celular del ser posadero. Dentro de sus sub-unidades, la S1 tiene un área que interactúa con la enzima convertidora de angiotensina 2 (ECA2), esta última acepta e interna el virus. ECA2 se expresa en células de la mucosa orofaríngea, pulmón (principalmente el neumocito tipo II), sistema cardiovascular, riñón e intestino, principalmente (26).

Las vías más directas de transmisión son las gotas esparcidas por secreciones respiratorias y contacto entre personas por objetos manipulados por individuos infectados. Los estudios han determinado que las gotas esparcidas por secreciones son tan pequeñas que se mantienen en el aire en un área de contaminación de hasta dos metros. Es por eso que en ambientes cerrados hay un mayor riesgo de infección (26).

El tiempo de incubación promedio es de 5.2 días; sin embargo, este se puede prolongar hasta dos semanas. Por lo general los pacientes son asintomáticos, pero el resto desarrolla fiebre, tos, astenia, disnea, diarrea, y, en menor medida hemoptisis, vómito y dolor de cabeza. En individuos con comorbilidades como hipertensión, diabetes mellitus y patologías respiratorias, el riesgo aumenta. Los adultos mayores y las personas con inmunosupresión pueden presentar síntomas neurológicos anormales como fatiga, disminución del estado de alerta, movilidad reducida, diarrea, anorexia y delirio, en ausencia de fiebre (26).

Usualmente esta enfermedad compromete el tracto respiratorio; sin embargo, también infecta otros sistemas como el cardiaco, gastrointestinal, hepático, renal,

neurrológico, oftalmológico, cutáneo, y hematológico con linfopenia y trombocitopenia (26).

Acorde a la clínica, se han descritos varias fases o niveles; la primera ocurre en los primeros 7-10 días y se particulariza por sintomatología leve. La fase II se presenta a los 7-10 días y se agrupa en dos niveles; el nivel IIa conlleva fiebre, tos con esputos, taquipnea y disnea leve; además, se presentan hallazgos imagenológicos torácicos por el infiltrado en el parénquima. El nivel IIb se presenta hipoxia, disnea moderada, inflamación pulmonar severa, la cual puede presentar edema; así también, el individuo satura menos de 90%; es en este nivel donde el manejo hospitalario es necesario. Finalmente, la tercera etapa de una “hiperinflamación”, presenta sintomatología secundaria a la afección multisistémica (26).

### **Fisiopatología**

El virus se fija a las proteínas ECA2 y a las glicoproteínas inmunomoduladoras CD147 mediante la subunidad 1 de su proteína S. Esta unión es fortalecida por su proteína M. luego de formarse la unión huésped-hospedero, se activa la proteína serina proteasa transmembrana. Esta última desintegra la integridad de la membrana celular y permite su absorción.

El aparato de Golgi y el ribosoma replican el virus y se une a las importinas, las cuales son receptores que lo hacen ingresar al núcleo. Es así que el virus retrasa la acción interferón 1, que baja la respuesta antiviral y aumenta el cuadro infeccioso. Este virus reduce la cantidad de receptores ECA2, lo que disminuye la conversión de la angiotensina 2 en angiotensina 1, la cual posee propiedades antiinflamatorias, antifibróticas y antioxidantes (26).

Por lo general, esta se inicia en las vías respiratorias superiores, donde la replicación vírica epitelial nasofaríngea activa una respuesta inmune intrínseca, la cual evita o elimina la infección. Esta se presenta en individuos asintomáticos.

A nivel alveolar, la infección induce la activación de las células epiteliales, endotelio, macrófagos y células dendríticas, que secretan citocinas (IFN  $\alpha$  y  $\beta$ , IL-1, IL-6, TNF $\alpha$ ) y quimiocinas (IL-8, CCL-2,3 y 5), que potencian la respuesta inmune innata inicial e incrementan la permeabilidad capilar produciendo edema e infiltración de células inflamatorias en el alveolo pulmonar, causando pérdida de función de neumocitos tipo II, disminución de la secreción del factor surfactante, colapso alveolar y formación de una membrana hialina, comprometiendo el intercambio gaseoso y dando lugar al Síndrome de Dificultad Respiratoria Aguda (SDRA), manifestándose clínicamente con tos, fiebre, disnea y cianosis (26).

Aproximadamente en un 5-10% desarrollan neumonía con un efecto inmunológico sobreexcitado llamado “tormenta de citocinas”. Se propone que esta respuesta está relacionada con diversos factores como el antígeno de histocompatibilidad de linfocitos, carga viral infectiva, la capacidad del virus de evadir la respuesta inmune, respuesta tardía de los interferones alfa y beta, y respuesta inmune deficiente en pacientes con enfermedades crónicas; en estos pacientes, la “tormenta de citocinas” conlleva complicaciones sistémicas (26).

Este cuadro, sumado a la infección celular endotelial antes mencionada, activan la cascada de coagulación sanguínea; la cual genera micro trombos venosos y arteriales que comprometen órganos como cerebro, corazón, pulmones, hígado y riñones. Todo esto desemboca en una falla orgánica múltiple y muerte. Esta activación generalizada de la cascada de la coagulación, con la formación inicial de micro trombos y la subsecuente activación del sistema fibrinolítico son los responsables de la elevación del fibrinógeno y dímero D, que han sido catalogados como indicadores de gravedad (26).

La neumonía puede evolucionar a un SDRA, Shock séptico, daño renal, patología cardíaca aguda, rabdomiólisis, hiponatremia, coagulopatías y acidosis (26).

Los factores citoquímicos de mal pronóstico son: linfopenia grave ( $<0.8 \times 10^9 / L$ ) y elevación del dímero D ( $> 1 \mu g / L$ ), de la proteína C reactiva, deshidrogenasa láctica (DHL), alanina aminotransferasa (ALT), ferritina sérica, IL-6 y troponina cardíaca de alta sensibilidad (26).



## **La hipoxemia y la disnea**

La hipoxemia es definida como una  $pO_2$  menor de 80 mmHg o una  $SatO_2$  menos de 95% en arterias. Esta se puede dar por disminución del  $pO_2$  ambiental, reducción ventilatoria, fenómeno ventilación/perfusión, alteración difusora y cortocircuito de derecha a izquierda.

La hipoxemia leve involucra taquipnea, disnea y taquicardia. Los cuadros agudos y moderados, sintomatología encefalopática como “mareos, alteraciones visuales y auditivas; astenia, dolor muscular y dolor de cabeza. En la forma severa el paciente progresa hacia el coma y al fallo circulatorio” (27).

El cuerpo carotideo es un quimiorregulador de oxígeno que se encuentra en la ramificación carotidea que divide el vaso en externo e interno. Este cuerpo posee dos tipos de células del parénquima, unas llamadas “glómicas”, y otras llamadas, “de la vaina”. La presencia de hipoxia disminuye la llegada de potasio a la membrana mediante el cierre parcial o total de sus canales. Dada la expresión local de este sistema, particularmente ACE2, es válido pensar que la fisiología y regulación de este sensor fundamental se afecta durante la infección por SARS-CoV-2 (27).

La disnea es el esfuerzo respiratorio mayor percibido, el cual puede estar asociado a irregularidades gasométricas o no. En la actualidad, su relación con los cuerpos carotideos surge como reacción al estímulo de los cuerpos carotideos.

Otro factor disneico es el manejo de músculos respiratorios accesorios o desarrollo de fatiga y acidosis muscular. Porque, más que un efecto físico, que en un inicio desarrolla un cuadro hipoxémico; la producción de hipercapnia produce un efecto de disnea más potente. Asimismo, las fibras C intersticiales pulmonares reaccionan a este cuadro mediante el nervio vago. La menor complacencia pulmonar, por reducción del surfactante, edema o fibrosis intersticial, supone un sobreesfuerzo de los músculos inspiradores y, como tal, se asocia a disnea (27).

Los procesos inflamatorios potencian la vasoconstricción por hipoxia al reducir la ferremia, estimular la producción local de AngII y generar ROS (33). Así también, la hipoxia induce la secreción de factores inducidos por hipoxia (HIFs) para ahorrar energía y disminuir su consumo de oxígeno. Los HIFs estimulan la transcripción GLUT1 y de enzimas glicolíticas, como LDH y PDK, que desvían el piruvato fuera de la mitocondria, esto amortigua la producción de ROS y potenciando la liberación de lactato (27).

Todo indica que la respuesta inflamatoria evocada por la hipoxia es más severa en el pulmón que en otros órganos, en parte porque los alveolos están habituados a una tensión de O<sub>2</sub> muy superior a la de otros tejidos, y en parte por la respuesta vasoconstrictora ante la hipoxia, particular de la circulación pulmonar, que puede agravar la hipoxia local y generar lesión de la membrana alveolo-capilar como ocurre en el HAPE (27).

### **El síndrome de distrés respiratorio**

El SDRA se define desde 2012 por la presencia de los criterios de Berlín, que hacen referencia al edema pulmonar no cardiogénico con desarrollo de cortocircuito de derecha-izquierda intrapulmonar evidenciado por una relación entre  $paO_2/FiO_2$  menor a 300 mmHg (28).

La anatomía patológica en los cuadros agudos presenta descamación epitelial, hemorragia alveolar, infiltración de neutrófilos, microtrombos y atelectasias; este patrón tiene el nombre de daño alveolar difuso o DAD. Estos patrones se dan en los casos de decesos por covid-19 hasta en un 50%. El otro 50% evidencia una neumonía neutrofílica con menos lesión del tabique alveolar (28).

La inmutrombosis por citoquinas y neutrófilos, es un evento desencadenado por el SDRA, inducido por el desequilibrio ACE1/ACE2 y el incremento de AngII junto sus efectos pro-inflamatorios y pro-trombóticos. No obstante, en algunos autores el daño endotelial y los fenómenos trombóticos en el SDRA no son consecuencia, sino causa (28).

## **Ventilación no invasiva**

La ventilación mecánica no invasiva (VMNI) conforma toda forma de soporte o apoyo respiratorio administrado sin la utilización de dispositivos oro traqueales. La demostración de la eficacia de la presión positiva en la vía aérea mediante mascarillas y el desarrollo de respiradores portátiles y relativamente fáciles de manejar han propiciado el gran auge de esta técnica ventilatoria en el tratamiento de la insuficiencia respiratoria aguda y de la crónica (29).

## **Oxigenoterapia**

Hoy en día, la oxigenoterapia convencional incluye una extensa lista de elementos que entregan O<sub>2</sub> seco y se dividen en 2 grandes grupos: dispositivos de FiO<sub>2</sub> aproximada que dependen del flujo y el volumen inspiratorio dependiente del paciente, como la cánula nasal (FiO<sub>2</sub> 0,24-0,40), la máscara simple (FiO<sub>2</sub> 0.35-0,50), la máscara de reinhalación parcial (FiO<sub>2</sub> 0.40-0.70) o la máscara sin reinhalación (FiO<sub>2</sub> 0.60-0.80), y por otro lado están los dispositivos que administran una FiO<sub>2</sub> exacta con alto flujo de O<sub>2</sub> que excede las demandas de flujo del paciente (sistema Venturi, FiO<sub>2</sub> 0.24-0.50%), adaptable a máscaras simples, mascarillas de traqueotomía y tubo T. La oxigenoterapia convencional ha demostrado ser de gran utilidad en el tratamiento de la hipoxemia; sin embargo, sus dispositivos son limitados por la mecánica ventilatoria del individuo (36). Se debe evitar altas presiones de oxígenos por que causa daño pulmonar, nervioso u oftálmico. En hipoxemia leve, se debe graduar 3 litros por minuto (30).

## **Sistema Venturi**

Sistema en lo que se involucra una máscara Venturi. Provee de respiraciones precisas y graduables; sin embargo, esta posee poca utilidad en COVID-19 debido al riesgo de aerosolizar y porque generalmente se necesita una FiO<sub>2</sub> mayor a la entregada por el Venturi; sin embargo, no está contraindicado y pudiera usarse en casos seleccionados (31).

## **Oxigeno terapia de alto flujo en COVID-19**

Una reciente alternativa es la oxigenoterapia de alto flujo (OAF), que permite suministrar un flujo de gas de hasta 60 L/min mediante unas cánulas nasales de

silicona, con el gas suministrado acondicionado a nivel de temperatura y humedad ideales (37 °C y 100% de humedad relativa). Hasta hace pocos años esta técnica de oxigenoterapia se había utilizado fundamentalmente en neonatos. Sin embargo, su uso en pacientes adultos ha ido en incremento exponencial en los últimos años (32).

Uno de los beneficios de la OAF es la posibilidad de suministrar un flujo suficiente para satisfacer el pico de demanda inspiratoria (PDI) del paciente, con lo que la  $FiO_2$  suministrada se aproxima a la real que recibe el enfermo. Esto se debe a que el flujo de gas suministrado no se diluiría con aire ambiente. En condiciones normales, el PDI es de aproximadamente 30-40 L/min, por lo tanto, este podría ser, a priori, un rango de flujo recomendado cuando se empieza a utilizar la OAF. En pacientes con IRA grave, el PDI será probablemente mayor. Por este motivo, son precisamente estos pacientes donde el fenómeno de dilución del oxígeno es especialmente importante. Este hecho explicaría, al menos en parte, la mejora en la oxigenación de estos pacientes con la OAF (32).

### **Adaptación de máscara snorkel para OAF**

Los trabajadores de la salud y los ingenieros están combinando medicina (es decir, presión positiva continua en las vías respiratorias (CPAP) / dispositivos de dos niveles) y no médicos equipo para proporcionar soporte ventilatorio no invasivo (es decir, suministro de oxígeno y presión positiva) a los pacientes. En algunos casos, el oxígeno ( $O_2$ ) se incorpora a los circuitos de CPAP estándar a velocidades de flujo superiores a las especificaciones del fabricante (p. Ej., 4 L / min para ResMed S10) 2 para proporcionar tanto presión de soporte como  $O_2$  suplementario al paciente.

Dos limitaciones clave de tales configuraciones de máscara experimental y CPAP incluyen: (i) el perfil de fuga y las características de reinhalación de las máscaras de grado no médico cuando se aplica presión y / o  $O_2$  son desconocidas y (ii) detalles cuantitativos sobre la relación entre la especificación anterior  $O_2$ . Se desconocen la tasa de flujo y los niveles deseados de fracción de  $O_2$  inspirada ( $FIO_2$ ) en circuitos CPAP cerrados.

En situaciones en las que los médicos han tenido escasez de equipos de CPAP, han adaptado la máscara de snorkel Decathlon para proporcionar una interfaz de soporte ventilatorio para quienes la necesitan. Además de su función como una opción de rescate en entornos hospitalarios con poco equipamiento, esta interfaz prototipo confiere ventajas potenciales sobre los diseños convencionales de grado médico.

No requiere capacitación para adaptarse y los pacientes que no están críticamente enfermos pueden asegurar la interfaz sin ayuda. La mascarilla es versátil en su capacidad para administrar mezclas de aire / O<sub>2</sub> con o sin presión positiva en las vías respiratorias (PAP). Finalmente, debido a que la máscara de snorkel Decathlon está sellada, potencialmente aprovecha los aerosoles infecciosos de manera más efectiva que los sistemas de suministro de O<sub>2</sub> convencionales (24).

### **2.3 Definición de términos básicos**

**COVID-19:** patología vírica causada por el SARS-COV-2 (33)

**Máscara snorkel:** máscara facial para realizar buceo, la cual tiene un tubo que posee un tubo con desembocadura en la superficie (24).

**Máscara reservorio:** dispositivo de bajo flujo que permite en condiciones óptimas oxigenación cercana al 90%.

**Continuous positive airway pressure therapy (CPAP):** presión positiva de vías aéreas para mantenerlas abiertas (34).

**Factor de riesgo:** condición clínica o epidemiológica que hace posible que la ventilación no invasiva falle y tenga que migrar a ventilación mecánica.

**Ventilación mecánica:** uso del respirador artificial para brindar soporte con oxígeno al paciente con COVID-19.

**Ventilación no invasiva:** uso de snorkel o máscara de reservorio.



## CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES

### 3.1 Formulación

Existe diferencia significativa entre los factores asociados a conversión a ventilación mecánica en pacientes COVID-19 con máscara de snorkel versus reservorio en el Servicio De Emergencias del Hospital Guillermo Almenara Irigoyen en el periodo de marzo de 2020 a marzo de 2021.

### 3.2 Variables y su operacionalización

VARIABLE	DEFINICIÓN	TIPO	INDICADOR	ESCALA	CATEGORÍA Y VALORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN
Tipo de máscara utilizada	Utilización de máscara snorkel o Venturi	Cualitativa	Tipo de máscara utilizada (historia clínica)	Nominal dicotómica	Snorkel Reservorio	Historia clínica
Conversión a ventilación mecánica	Cambio de asistencia respiratoria a una mecánicamente asistida.	Cualitativa	Cambio de sistema a intubación orotraqueal o mediante traqueotomía	Nominal dicotómica	Si No	Historia clínica
Sexo	Género del paciente	Cualitativa	Género	Nominal	Hombre/ Mujer	Historia Clínica
Edad	Años vividos por el individuo al ingreso.	Cuantitativa	Años cumplidos	Razón	Adulto: 18 - 60 Adulto mayor: >60	Historia Clínica
Factores asociados a conversión	Hipoxemia	Cuantitativa	Presión parcial de oxígeno (PaO <sub>2</sub> ) Análisis de gases arteriales (AGA)	Razón	Leve: 60-79 Moderada: 40-59 Severa <40	Historia clínica
	Fracción inspirada de oxígeno (FiO <sub>2</sub> )	Cuantitativa	Porcentaje según el litraje administrado	Razón	>80%	Historia clínica
	PAFI	Cuantitativa	PaO <sub>2</sub> / FIO <sub>2</sub>	Razón	>300 <300 <200	Historia clínica
	Saturación de oxígeno (SatO <sub>2</sub> )	Cuantitativa	Pulsioxímetro	Razón	>90mmHg 90-70 mmHg <70mmHg	Historia clínica
	Compromiso pulmonar tomográfico	Porcentaje de compromiso registrado en la tomografía.	Cuantitativa	Tomografía pulmonar	Razón	>50 % ≤50 %

	Frecuencia respiratoria (FR)	Número de respiraciones que realiza un ser vivo por minuto.	Cuantitativa	Calculo registrado en la historia clínica.	Razón	<16rpm 16-20 rpm >20 rpm	Historia clínica
	Fenotipo tomográfico	Caracteres visibles observados en TAC pulmonar.	Cuantitativa	Tomografía axial computarizada (TAC)	Nominal	H L Mixto	Reporte tomográfico



## **CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA**

### **4.1 Diseño metodológico**

Es observacional, ya que, no interviene o modifican los procedimientos. Transversal y analítico, debido a que medirá la presencia, características y factores de riesgo de dos tipos de máscara de oxigenoterapia para su conversión a ventilación mecánica.

Es retrospectivo porque se estudiarán datos pasados entre marzo 2020 – marzo 2021.

### **4.2 Diseño muestral**

#### **Población universo**

Pacientes con COVID-19 sometidos a ventilación mecánica no invasiva.

#### **Población de estudio**

Pacientes con COVID-19 sometidos a ventilación mecánica no invasiva que usaron máscara tipo snorkel o máscara de reservorio, que fueron convertidos a ventilación mecánica.

#### **Criterios elegibilidad**

##### **De inclusión**

Pacientes con COVID-19 moderado en edades de 18-65 años

Historias clínicas con letra legible y completas

Atendidos dentro del periodo del estudio.

No antecedente de enfermedad pulmonar obstructiva crónica, asma bronquial u otra patología restrictiva ventilatoria.

##### **De exclusión**

Pacientes embarazadas

Pacientes que hayan recibido tocilizumab como tratamiento inflamatorio de COVID-19.

Tratados en otros hospitales con oxigenoterapia.

## **Muestra**

La muestra estará conformada por todos los pacientes con COVID-19 sometidos a ventilación mecánica no invasiva con máscara tipo snorkel o máscara de reservorio, que fueron convertidos a ventilación mecánica, atendidos durante el periodo marzo 2020-marzo 2021.

## **Muestreo**

Muestreo no probabilístico por conveniencia, se incluirá a todos los pacientes que presenten los criterios de inclusión y exclusión.

Se sabe que, en el lapso de tiempo determinado en este estudio, se han atendido 700 pacientes COVID-19 con ventilación no invasiva con máscara de reservorio y tipo snorkel.

### **4.3 Técnicas y procedimientos de recolección de datos**

Se solicitará permiso a la jefatura del servicio de Emergencias del Hospital Nacional Guillermo Almenara Irigoyen para el acceso a la información de pacientes. Una vez obtenido el permiso correspondiente, se revisarán todas las historias clínicas de los pacientes atendidos durante el periodo de estudio, y se seleccionarán los registros que cumplan con los criterios de inclusión planteados anteriormente. Los datos serán registrados en un solo momento en una ficha e recolección de datos.

El instrumento será una ficha de datos, que tendrá un apartado de datos personales como edad y sexo, seguido de un apartado de ítems correspondientes a las variables descritas en la Operacionalización de variables.

### **4.4 Procesamiento y análisis de datos**

Se creará una base de datos con la información en Microsoft Excel 2016. Luego estos datos serán procesados en el programa Stata 17, donde se emplearán tablas de frecuencia simples en variables cualitativas y cuadros de tendencia en variables cuantificables.

Se usará la prueba U de Mann-Whitney para comparar las poblaciones estudiadas con características paramétricas y de escala ordinal (hipoxemia y PAFI, Saturación de oxígeno). Se usará prueba de chi cuadrado y prueba exacta de Fisher para variables cualitativas. Asimismo, se trabajará un nivel de confianza del 95%. Para aplicar estas pruebas se dividirán la población que usó ventilación no invasiva con snorkel y máscara de reservorio, y la conversión a ventilación mecánica; se diseñará tablas tetracóricas para realizar análisis bivariado según las variables principales del estudio: hipoxemia, Fracción inspirada de oxígeno (FiO<sub>2</sub>), de oxígeno y la fracción inspirada de oxígeno (catalogada en >300, <300 y <200), frecuencia respiratoria, fenotipo tomográfico y saturación de oxígeno. Se realizará la prueba de Mantel-Haenszel según estratos de edad adulto joven y adulto, y por sexo.

#### **4.5 Aspectos éticos**

Esta investigación se rige bajo las normas éticas de los principios de Helsinki. Asimismo, se garantiza la confidencialidad de los datos. Se tomará en cuenta las siguientes consideraciones éticas: Solicitud de permiso al departamento de investigación del servicio de emergencias del hospital Guillermo Almenara Irigoyen, confidencialidad de los datos que se obtengan.

A continuación, es preciso aclarar que el investigador no tiene conflictos de interés sobre el tema.

## CRONOGRAMA

Fases	2022-2023											
	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
Redacción final del plan de investigación	X	X	X									
Aprobación del plan de investigación				X								
Recolección de datos					X	X	X					
Procesamiento y análisis de datos								X				
Elaboración del informe									X			
Correcciones del trabajo de investigación										X		
Aprobación del trabajo de investigación											X	
Publicación del artículo científico												X

## PRESUPUESTO

Para la realización del presente trabajo de investigación, será necesaria la implementación de los siguientes recursos:

<b>Concepto</b>	<b>Monto estimado (soles)</b>
<b>Material de escritorio</b>	300.00
<b>Adquisición de software</b>	800.00
<b>Internet</b>	200.00
<b>Impresiones</b>	300.00
<b>Logística</b>	200.00
<b>Traslados</b>	900.00
<b>TOTAL</b>	<b>2700.00</b>



## FUENTES DE INFORMACIÓN

- (1) Millan-Oñate J, Rodríguez-Morales AJ, Camacho-Moreno G, Mendoza-Ramírez H, Rodríguez-Sabogal IA, Álvarez-Moreno C. A new emerging zoonotic virus of concern: the 2019 novel Coronavirus (COVID-19). *Infectio*. 2020;24(3). doi: 10.22354/in.v24i3.848. .
- (2) Biscayart C, Angeleri P, Lloveras S, Chaves T, Schlagenhaut P, Rodriguez-Morales AJ. The next big threat to global health? 2019 novel coronavirus (2019-nCoV): What advice can we give to travellers? - Interim recommendations January 2020, from the Latin-American society for Travel Medicine (SLAMVI). *Travel Med Infect Dis*. 2020:101567. doi: 10.1016/j.tmaid.2020.101567 .
- (3) Rodriguez-Morales AJ, MacGregor K, Kanagarajah S, Patel D, Schlagenhaut P. Going global - Travel coronavirus. *Travel Med Infect Dis*. 2020; 33:101578. doi: 10.1016/j.tmaid.2020.101578. .
- (4) Rodriguez-Morales AJ, Bonilla-Aldana DK, Balbin-Ramon GJ, Paniz-Mondolfi A, Rabaan A, Sah R, et al. History is repeating itself, a probable zoonotic spillover as a cause of an epidemic: the case of 2019 novel Coronavirus. *Infez Med*. 2020;28(1):3-5. .
- (5) Chen N, Zhou M, Dong X, Qu J, Gong F, Han Y, et al. Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in Wuhan, China: a descriptive study. *Lancet*. 2020;395(10223):507-13. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30211-7. .
- (6) Huang C, Wang Y, Li X, Ren L, Zhao J, Hu Y, et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. *Lancet*. 2020;395(10223):497-506. doi: 10.1016/S0140-6736(20)30183-5. .
- (7) Ahmad T, Khan M, Khan FM, Hui J. Are we ready for the new fatal Coronavirus: scenario of Pakistan? *Hum Vaccin Immunother*. 2020:1-3. doi: 10.1080/21645515.2020.1724000. .
- (8) Bastola A, Sah R, Rodriguez-Morales AJ, Lal BK, Jha R, Ojha HC, et al. The first 2019 novel coronavirus case in Nepal. *Lancet Infect Dis*. 2020;20(3):279-80. doi: 10.1016/S1473-3099(20)30067-0. .
- (9) Arteaga-Livias FK, Rodriguez-Morales AJ. La comunicación científica y el acceso abierto en la contención de enfermedades: El caso del coronavirus novel 2019 (2019-nCoV). *Rev Peru Investig Salud*. 2020;4(1):7-8. .
- (10) Dong E, Du H, Gardner L. An interactive web-based dashboard to track COVID-19 in real time. *Lancet Infect Dis*. 2020. doi: 10.1016/S1473-3099(20)30120-1. .
- (11) Rodriguez-Morales AJ, Gallego V, Escalera-Antezana JP, Mendez CA, Zambrano LI, Franco-Paredes C, et al. COVID-19 in Latin America: The

implications of the first confirmed case in Brazil. *Trav Med Infect Dis.* 2020:101613. doi: 10.1016/j.tmaid.2020.101613. .

(12) Villamil-Gomez WE, Sanchez A, Gelis L, Silvera LA, Barbosa J, Otero-Nader O, et al. Fatal human coronavirus 229E (HCoV 229E) and RSV-Related pneumonia in an AIDS patient from Colombia. *Trav Med Infect Dis.* 2020:101573. doi: 10.1016/j.tmaid.2020.101573.

(13) Lemyze M, Mascot M, Orfi A. Enteral feeding and non-invasive ventilation during the COVID-19 crisis: a new snorkeling mask specially-fit to provide both concomitantly. *Clinical Nutrition* 2020;39(12):3852-3853.

(14) Greig PR, Carvalho C, El-Boghdadly K, Ramessur S. Safety testing improvised COVID-19 personal protective equipment based on a modified full-face snorkel mask. *Anaesthesia.* 2020 Jul; 75(7):970-971. doi: 10.1111/anae.15085. Epub 2020 Apr 19. PMID: 32275770; PMCID: PMC7262274. .

(15) Kao C-L, Lin C-H, A novel mask to prevent aerosol spread during nebulization treatment, *Journal of the Formosan Medical Association*, <https://doi.org/10.1016/j.jfma.2020.07.040> .

(16) Hussain Khan Z, Maki Aldulaimi A, Varpaei HA, Mohammadi M. Various Aspects of Non-Invasive Ventilation in COVID-19 Patients: A Narrative Review. *Iranian journal of medical sciences* 2022 May;47(3):194-209.

(17) La PUCP y la UPCH implementan un sistema de ventilación no invasiva para pacientes de COVID-19 [Internet]. *Puntoedu.pucp.edu.pe.* 2020 [cited 13 November 2020]. Available from: <https://puntoedu.pucp.edu.pe/noticias/la-pucp-y-la-upch-implementan-un-sistema-de-ventilacion-no-invasiva-para-pacientes-de-covid-19/>.

(18) Conoce el snorkel covid-19, una máscara de buceo para salvar pacientes con coronavirus [Internet]. *Andina.pe.* 2020 [cited 13 November 2020]. Available from: <https://andina.pe/agencia/noticia-conoce-snorkel-covid19-una-mascara-buceo-para-salvar-pacientes-coronavirus-797346.aspx>.

(19) Kechli, MK, Lerman, J. y Ross, MM (2020). Modificación de una máscara de snorkel de cara completa para cumplir con los estándares de respiradores N95 para su uso con pacientes con enfermedad por coronavirus 2019. *Práctica de A&A*, 14 (7), e01237. <https://doi.org/10.1213/XAA.0000000000001237> .

(20) Germonpre, P., Van Rompaey, D., & Balestra, C. (2020). Evaluation of Protection Level, Respiratory Safety, and Practical Aspects of Commercially Available Snorkel Masks as Personal Protection Devices Against Aerosolized Contaminants and SARS-CoV2. *International journal of environmental research and public health*, 17(12), 4347. <https://doi.org/10.3390/ijerph17124347> .

(21) Belenguer Muncharaz, A., Hernández-Garcés, H., López-Chicote, C., Ribes-García, S., Ochagavía-Barbarín, J., & Zaragoza-Crespo, R. (2020). Eficacia de la ventilación no invasiva en pacientes ingresados por neumonía por SARS-CoV-2



en una unidad de cuidados intensivos [Effectiveness of non-invasive ventilation in intensive care unit admitted patients due to SARS-CoV-2 pneumonia]. *Medicina Intensiva*, Advance online publication. <https://doi.org/10.1016/j.medin.2020.08.011>.

(22) Cinesi Gómez, C., Peñuelas Rodríguez, Ó., Luján Torné, M., Egea Santaolalla, C., Masa Jiménez, J. F., García Fernández, J., ... & Lista Arias, E. (2020). Recomendaciones de consenso respecto al soporte respiratorio no invasivo en el paciente adulto con insuficiencia respiratoria aguda secundaria a infección por SARS-CoV-2. *Med Intensiva*, 429-438.

(23) Winck J, Ambrosino N. COVID-19 pandemic and non invasive respiratory management: Every Goliath needs a David. An evidence based evaluation of problems, *Pulmonology*, Volume 26, Issue 4, 2020, Pages 213-220. ISSN 2531-0437, <https://doi.org/10.1016/j.pulmoe.2020.04.013>. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2531043720300933>.

(24) Landry, S. A., Mann, D. L., Djumas, L., Messineo, L., Terrill, P. I., Thomson, L. D., ... & Joosten, S. A. (2020). Laboratory performance of oronasal CPAP and adapted snorkel masks to entrain oxygen and CPAP. *Respirology* (Carlton, Vic.).

(25) Singh, S., Prakash, C., & Ramakrishna, S. (2020). Three-dimensional printing in the fight against novel virus COVID-19: Technology helping society during an infectious disease pandemic. *Technology in society*, 62, 101305. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101305>.

(26) Gómez, G. G. V., González, A. D. D., Rodríguez, S. Á., & Ruiz, D. M. M. (2020). COVID-19: fisiopatología y propuestas terapéuticas en investigación clínica. *Revista del Centro de Investigación de la Universidad la Salle*, 14(53), 133-158. Disponible en: <http://52.226.65.210/index.php/recein/article/view/2688/2656>.

(27) Mateos, E. A. (2020). Armando el Rompecabezas Fisiopatológico del COVID-19. *An. Fac. Cienc. Méd.(Asunción)*, 105-126. Disponible en: <https://www.alexismateos.com/post/armando-el-rompecabezas-fisiopatol%C3%B3gico-del-covid-19>.

(28) Henry B. M., Vikse J., and Lippi G., COVID-19 induced Renin–Angiotensin System (RAS) imbalance may drive acute lung injury: the evidence and therapeutic options, *The British Medical Journal*, 2020. <https://www.bmj.com/content/368/bmj.m406/rr-19> (accessed May 05, 2020).

(29) Orejóna, R. U., Tolsadaa, P. U., Orejónb, S. U., Garridoa, E. M., & Jiménezb, A. C. Ventilación mecánica no invasiva. *Rev. esp. anestesiología. Reanim.* 2005; 2: 88-100. Disponible en: <https://www.neumosur.net/files/EB04-13%20VMNI.pdf>.

(30) Chica-Meza, C., Peña-López, L. A., Villamarín-Guerrero, H. F., Moreno-Collazos, J. E., Rodríguez-Corredor, L. C., Lozano, W. M., & Vargas-Ordoñez, M. P. (2020). Cuidado respiratorio en Covid-19. *Acta Colombiana de Cuidado Intensivo*. Disponible en: <https://sci-hub.se/https://doi.org/10.1016/j.acci.2020.04.001>.

- (31) Mejía-Zuluaga, M., Duque-González, L., Orrego-Garay, M. J., Escobar-Franco, A., & Duque-Ramírez, M. (2020). Oxigenoterapia en COVID-19: herramientas de uso previo a la ventilación mecánica invasiva. Guía simple. *CES Medicina*, 34, 117-125. Disponible en: <https://revistas.ces.edu.co/index.php/medicina/article/view/5652/3196>.
- (32) Masclans, J. R., Pérez-Terán, P., & Roca, O. (2015). Papel de la oxigenoterapia de alto flujo en la insuficiencia respiratoria aguda. *Medicina Intensiva*, 39(8), 505-515. Disponible en: <https://scihub.se/https://doi.org/10.1016/j.medin.2015.05.009>.
- (33) Ulloa-Gutiérrez, R., Ivankovich-Escoto, G., & Yamazaki-Nakashimada, M. A. (2020). Síndrome inflamatorio multisistémico asociado a COVID-19 en niños y adolescentes: un llamado al diagnóstico. *Revista Chilena de Infectología*, 37(3). Disponible en: [https://scholar.google.com/scholar\\_url?url=https://scielo.conicyt.cl/scielo.php%3Fpid%3DS0716-10182020000300199%26script%3Dsci\\_arttext%26tlnq%3De&hl=es&sa=T&oi=gsb-ggp&ct=res&cd=0&d=8882487603845568965&ei=OiHDX9qtMYbcmAHioqC4AQ&scisig=AAGBfm10sKsdM5iGQQ1fEqjK4h9zh\\_ZBoA](https://scholar.google.com/scholar_url?url=https://scielo.conicyt.cl/scielo.php%3Fpid%3DS0716-10182020000300199%26script%3Dsci_arttext%26tlnq%3De&hl=es&sa=T&oi=gsb-ggp&ct=res&cd=0&d=8882487603845568965&ei=OiHDX9qtMYbcmAHioqC4AQ&scisig=AAGBfm10sKsdM5iGQQ1fEqjK4h9zh_ZBoA).
- (34) Dickerson, S. S., Obeidat, R., Dean, G., Aquilina, A., Ten Brock, E., Smith, P., & Jungquist, C. (2013). Development and usability testing of a self-management intervention to support individuals with obstructive sleep apnea in accommodating to CPAP treatment. *Heart & Lung*, 42(5), 346-352. Disponible en: [https://scholar.google.com/scholar\\_url?url=https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147956313002513&hl=es&sa=T&oi=gsb&ct=res&cd=0&d=6911891600137175346&ei=3iHDX8bHEsaOmgGd3o2gAQ&scisig=AAGBfm3k2n\\_up3HqSG5fBWr-oRQ59XhMGw](https://scholar.google.com/scholar_url?url=https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147956313002513&hl=es&sa=T&oi=gsb&ct=res&cd=0&d=6911891600137175346&ei=3iHDX8bHEsaOmgGd3o2gAQ&scisig=AAGBfm3k2n_up3HqSG5fBWr-oRQ59XhMGw).

## ANEXOS

### 1. Matriz de consistencia

Título	Pregunta de Investigación	Objetivos	Hipótesis	Tipo y diseño de estudio	Población de estudio y procesamiento de datos	Instrumento de recolección
<b>FACTORES ASOCIADOS A CONVERSIÓN A VENTILACIÓN MECÁNICA CON MÁSCARA DE SNORKEL VERSUS RESERVORIO EN COVID-19</b>	¿Cuáles son los factores asociados a conversión a ventilación mecánica en pacientes COVID-19 con máscara de snorkel versus reservorio en el Hospital Guillermo Almenara Irigoyen, en el periodo de marzo de 2020 a marzo de 2021?	<p><b>General</b></p> <p>Determinar los factores asociados a conversión a ventilación mecánica en pacientes COVID 19 con máscara de snorkel versus reservorio en el Hospital Guillermo Almenara Irigoyen en el periodo de marzo del 2020 a marzo del 2021.</p> <p><b>Específicos</b></p> <p>Determinar los factores asociados a conversión a ventilación mecánica en pacientes COVID-19 con máscara de snorkel. Establecer los factores asociados a conversión a ventilación mecánica en</p>	Existe diferencia significativa entre los factores asociados a conversión a ventilación mecánica en pacientes COVID-19 con máscara de snorkel versus reservorio en el Servicio De Emergencias del Hospital Guillermo Almenara Irigoyen en el periodo de marzo de 2020 a marzo de 2021.	Observacional, analítico, transversal y analítico	<p><b>Población de estudio</b></p> <p>Pacientes con COVID-19 sometidos a ventilación mecánica no invasiva que usaron máscara tipo snorkel o máscara de reservorio, que fueron convertidos a ventilación mecánica.</p> <p><b>Procesamiento de datos</b></p> <p>Se usará la prueba U de Mann-Whitney para comparar las poblaciones estudiadas con características paramétricas y de escala ordinal (hipoxemia y PAFI, Saturación de oxígeno). Se usará prueba de chi cuadrado y prueba exacta de Fisher para variables cualitativas. Asimismo, se trabajará un nivel de confianza del 95%. Para aplicar estas</p>	Ficha de recolección de datos

		<p>pacientes COVID-19 con máscara de reservorio. Determinar la conversión a ventilación mecánica según edad y sexo.</p>			<p>pruebas se dividirán la población que usó ventilación no invasiva con snorkel y máscara de reservorio, y la conversión a ventilación mecánica; se diseñará tablas tetracóricas para realizar análisis bivariado según las variables principales del estudio: hipoxemia, Fracción inspirada de oxígeno (FiO2), de oxígeno y la fracción inspirada de oxígeno (catalogada en &gt;300, &lt;300 y &lt;200), frecuencia respiratoria, fenotipo tomográfico y saturación de oxígeno. Se realizará la prueba de Mantel-Haenszel según estratos de edad adulto joven y adulto, y por sexo.</p>	
--	--	---	--	--	---	--

## 2. Instrumentos de recolección de datos

### FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

VARIABLE		VALORES	
Tipo de máscara utilizada	<input type="checkbox"/>	Snorkel	
	<input type="checkbox"/>	Reservorio	
Conversión a ventilación mecánica	<input type="checkbox"/>	Si	
	<input type="checkbox"/>	No	
Sexo	<input type="checkbox"/>	Hombre	
	<input type="checkbox"/>	Mujer	
Edad	<input type="checkbox"/>	Adulto: 18 - 60	
	<input type="checkbox"/>	Adulto mayor:>60	
Factores asociados a conversión	Hipoxemia	<input type="checkbox"/>	Leve: 60-79
		<input type="checkbox"/>	Moderada: 40-59
		<input type="checkbox"/>	Severa <40
	Fracción inspirada de oxígeno (FiO <sub>2</sub> )	<input type="checkbox"/>	>80%
	PAFI	<input type="checkbox"/>	>300
		<input type="checkbox"/>	<300
		<input type="checkbox"/>	<200
	Saturación de oxígeno (SatO <sub>2</sub> )	<input type="checkbox"/>	>90mmHg
		<input type="checkbox"/>	90-70 mmHg
		<input type="checkbox"/>	<70mmHg
Compromiso pulmonar tomográfico	<input type="checkbox"/>	>50 %	
	<input type="checkbox"/>	≤50 %	
Frecuencia respiratoria (FR)	<input type="checkbox"/>	<16rpm	
	<input type="checkbox"/>	16-20 rpm	
	<input type="checkbox"/>	>20 rpm	
Fenotipo tomográfico	<input type="checkbox"/>	H	
	<input type="checkbox"/>	L	
	<input type="checkbox"/>	Mixto	