

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
MÉDICO Y CIRUJANO

CARACTERIZACIÓN DEL USO DEL SISTEMA DE ALTO FLUJO EN
PACIENTES CON COVID-19



DANIEL ALEXANDER ESTRADA BARRIOS

CHIQUMULA, GUATEMALA, SEPTIEMBRE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
MÉDICO Y CIRUJANO

CARACTERIZACIÓN DEL USO DEL SISTEMA DE ALTO FLUJO EN
PACIENTES CON COVID-19

TRABAJO DE GRADUACIÓN
MONOGRAFÍA DE COMPILACIÓN

Sometido a consideración del Honorable Consejo Directivo
Por

DANIEL ALEXANDER ESTRADA BARRIOS

Al conferírsele el título de

MÉDICO Y CIRUJANO

En el grado académico de
LICENCIADO

CHIQUEMULA, GUATEMALA, SEPTIEMBRE 2022

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
MÉDICO Y CIRUJANO**



**RECTOR
M.A. WALTER RAMIRO MAZARIEGOS BIOLIS**

CONSEJO DIRECTIVO

Presidente:	Lic. Zoot. Merlin Wilfrido Osorio López
Representante de Profesores:	M.Sc. Mario Roberto Díaz Moscoso
Representante de Profesores:	M.Sc. Gildardo Guadalupe Arriola Mairén
Representante de Graduados:	Ing. Agr. Henry Estuardo Velásquez Guzmán
Representante de Estudiantes:	A.T. Zoila Lucrecia Argueta Ramos
Representante de Estudiantes:	Br. Juan Carlos Lemus López
Secretaria:	Licda. Yessica Azucena Oliva Monroy

AUTORIDADES ACADÉMICAS

Coordinador Académico:	M.Sc. Carlos Leonel Cerna Ramírez
Coordinador de Carrera:	M.Sc. Ronaldo Armando Retana Albanés

ORGANISMO COORDINADOR DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

Presidente y revisor:	Ph.D. Rory René Vides Alonzo
Secretario y revisor:	M.Sc. Christian Edwin Sosa Sancé
Vocal y revisor:	M.Sc. Edwin Danilo Mazariegos Albanés
Vocal y revisor:	M.Sc. Carlos Iván Arriola Monasterio

Chiquimula, septiembre de 2,022

Señores
Miembro Consejo Directivo
Centro Universitario de Oriente
Universidad de San Carlos de Guatemala
Chiquimula, Ciudad

Respetables señores:

En el cumplimiento de lo establecido por los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala y en Centro Universitario de Oriente, presento a consideración de ustedes, el trabajo de graduación titulado " **CARACTERIZACIÓN DEL USO DEL SISTEMA DE ALTO FLUJO EN PACIENTES CON COVID-19**", El tema de desarrollo planea describir la importancia del uso del sistema de alto flujo en pacientes positivos con Covid-19.

Como requisito previo a optar al título profesional de Médico y Cirujano, en el Grado Académico de Licenciado.

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS "

f. D. Estrada
Daniel Alexander Estrada Barrios.
Carné 201043885.
Médico y Cirujano.

Chiquimula, julio de 2,022

Dr. Rory Vides Alonzo
Presidente Del Comité Organizador De Trabajos De Graduación De Medicina
Centro Universitario De Oriente -CUNORI-
Universidad De San Carlos de Guatemala

Señor Director:

En atención a la designación efectuada por la Comisión de Trabajos de Graduación para asesorar al Bachiller en Ciencias y Letras **Daniel Alexander Estrada Barrios** con Carne universitario **201043885** en el trabajo de graduación titulado **"CARACTERIZACIÓN DEL USO DEL SISTEMA DE ALTO FLUJO EN PACIENTES CON COVID-19"**, me dirijo a usted para informarle que he procedido a revisar y orientar al mencionado sustentante, sobre el contenido de dicho trabajo.

En este sentido, el tema desarrollado plantea describir la "caracterización del uso del sistema de alto flujo en pacientes con Covid-19, por lo que en mi opinión profesional reúne los requisitos exigidos por las normas pertinentes, razón por la cual recomiendo su aprobación para su discusión en el Examen General Público, previo a optar el título de Médico y Cirujano, en el Grado académico de Licenciado

"ID Y ENSEÑAR A TODOS"

f.



Dr. Andrés Omar Franco Molina
Msc. en Anestesiología
Colegiado No. 20,027

Msc. Andrés Omar Franco Molina.

ANESTESIOLOGO.

COLEGIADO 20,027.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
CARRERA DE MÉDICO Y CIRUJANO



Chiquimula, 02 de agosto del 2022
Ref. MYC-12-2022

Ing. Agr. Edwin Filiberto Coy Cordón
Director
Centro Universitario de Oriente CUNORI

Reciba un cordial saludo de la Coordinación Carrera de Médico y Cirujano del Centro Universitario de Oriente deseándole éxitos y bendiciones en su diaria labor.

Por medio de la presente es para notificarle que el estudiante: **DANIEL ALEXANDER ESTRADA BARRIOS** identificado con el número de carné 201043885, quien ha finalizado la Monografía de Compilación del Trabajo de Graduación denominado "**CARACTERIZACIÓN DEL USO DEL SISTEMA DE ALTO FLUJO EN PACIENTES CON COVID-19**", fue asesorado por el M.Sc. Andrés Omar Franco Molina, Colegiado 20,027 quien avala el estudio de manera favorable.

Considerando que el estudio cumple con los requisitos establecidos en el Normativo de Trabajo de Graduación de la Carrera de Médico y Cirujano del Centro Universitario de Oriente CUNORI, se autoriza su aprobación para ser discutido en el Examen General Público previo a otorgársele el Título de Médico y Cirujano en el grado de Licenciado.

Sin otro particular, atentamente.

"Id y Enseñad a Todos"

Ph.D. Rory René Vides Alonzo
-Presidente del Organismo Coordinador de Trabajos de Graduación-
Carrera de Médico y Cirujano-CUNORI



Finca El Zapotillo, zona 5, Chiquimula
PBX 78730300 – Extensión 1027 Carrera de Médico y Cirujano
www.cunori.edu.gt

Cc/ Archivo-mdo.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE
CARRERA DE MEDICO Y CIRUJANO



Chiquimula 16 de septiembre del 2022
Ref. MYC-69-2022

Lic. Zoot. Merlin Wilfrido Osorio López
Director
Centro Universitario de Oriente CUNORI

Reciba un cordial saludo de la Coordinación Carrera de Médico y Cirujano del Centro Universitario de Oriente deseándole éxitos y bendiciones en su diaria labor.

Por medio de la presente es para notificarle que el estudiante **DANIEL ALEXANDER ESTRADA BARRIOS** identificado con el número de carné 201043885 quien ha finalizado el Informe Final del Trabajo de Graduación denominado **"CARACTERIZACIÓN DEL USO DEL SISTEMA DE ALTO FLUJO EN PACIENTES CON COVID-19"**, el estudio asesorado por el Dr. Andrés Omar Franco Molina, colegiado 20,027, quien avala el estudio de manera favorable.

Considerando que el estudio cumple con los requisitos establecidos en el Normativo de Trabajo de Graduación de la Carrera de Médico y Cirujano del Centro Universitario de Oriente CUNORI, se autoriza su aprobación para ser discutido en el Examen General Público previo a otorgársele el Título de Médico y Cirujano en el grado de Licenciado.

Sin otro particular, atentamente.

"Id y Enseñad a Todos"



MSc. Ronaldo Armando Retana Albanés
-Coordinador-
Carrera de Médico y Cirujano-CUNORI-

Finca El Zapotillo, zona 5, Chiquimula
PBX 78730300 – Extensión 1027 Carrera de Médico y Cirujano
www.cunori.edu.gt

Cc/ Archivo-mdo.

D-TG-MyC-100/2022

EL INFRASCRITO DIRECTOR DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, POR ESTE MEDIO HACE CONSTAR QUE: Conoció el Trabajo de Graduación que efectuó el estudiante **DANIEL ALEXANDER ESTRADA BARRIOS** titulado **"CARACTERIZACIÓN DEL USO DEL SISTEMA DE ALTO FLUJO EN PACIENTES CON COVID-19"**, trabajo que cuenta con el aval de el Revisor y Coordinador de Trabajos de Graduación, de la carrera de Médico y Cirujano. Por tanto, la Dirección del CUNORI con base a las facultades que le otorga las Normas y Reglamentos de Legislación Universitaria **AUTORIZA** que el documento sea publicado como **Trabajo de Graduación** a Nivel de Licenciatura, previo a obtener el título de **MÉDICO Y CIRUJANO**.

Se extiende la presente en la ciudad de Chiquimula, el treinta de septiembre de dos mil veintidós.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Llc. Zoot. Merlin Wilfredo Osorio López
DIRECTOR
CUNORI - USAC



AGRADECIMIENTOS

A DIOS

A MIS PADRES

A MIS FAMILIARES

A MIS CATEDRÁTICOS

A NUESTRO COORDINADOR DE CARRERA Y DESTACADO CATEDRÁTICO

M. Sc Ronaldo Armando Retana Albanés

A MIS REVISORES Y DESTACADOS CATEDRÁTICOS

M. Sc Carlos Iván Arriola Monasterio

M. Sc Christian Edwin Sosa Sancé

Ph.D. Rory René Vides Alonzo

M. Sc. Edvin Danilo Mazariegos Albanés

A MI ASESOR

Dr. Andrés Omar Franco Molina

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

AL CENTRO UNIVERSITARIO DE ORIENTE CUNORI

Por brindarme en sus instalaciones todo el conocimiento que hoy poseo

AL HOSPITAL NACIONAL DE CHIQUIMULA

HOSPITAL REGIONAL DE ZACAPA Y HOSPITAL NACIONAL DE JALAPA

Por haber sido mi segundo hogar y participar en mi formación profesional

**A LOS MÉDICOS Y ESTUDIANTES DE CUARTO, QUINTO Y SEXTO AÑO DE LA
CARRERA DE MÉDICO Y CIRUJANO DE CADA HOSPITAL**

Por las enseñanzas, apoyo y cariño brindado durante mi estudio

ACTO QUE DEDICO

A DIOS: Porque sin Él nada es posible, y me ha dado un propósito en esta vida y de igual manera me ha ayudado a cumplir y darme fortalecimiento día a día. Se agradece enormemente.

A MIS ABUELOS: José Ángel Estrada Morales y Rodolfo Bacilio Barrios de León, quienes fueron las personas muy importantes, que ya no están, fueron las que me enseñaron los valores muy importantes para mi vida, por lo que se ha logrado conseguir este triunfo, fueron cada uno un padre ejemplar, me enseñaron a no rendirme, gracias por cuidarme en cada momento y darme tanto amor y comprensión y sé que deben de sentirse orgullosos de mí por cumplir este logro.

A MIS PADRES: Daniel Edgardo Estrada Barrios Leiva y Dalila Juliana Barrios Ángel, por siempre ser un símbolo de amor y empatía, me han brindado desde siempre mucho apoyo, me han enseñado sobre todo valores, y este logro pertenece a ustedes también grandemente, no tengo palabras para agradecerles su gran dedicación a mi persona, y paciencia, esto es para ustedes, son lo mejor y es un logro más.

A MIS HERMANOS: Diana Elizabeth Estrada Barrios, por ser siempre un ejemplo a mi persona de enseñanza y superación, y a mi hermano José Edgardo Estrada Barrios, por ser un ejemplo de superación y demostrar que se puede lograr todo lo que te propongas, este logro también es para ustedes.

A MI PRIMO: José Beltetón, gracias por el cariño, el apoyo y la fe que han demostrado junto a su esposa Gema Garrido, por los días de apoyo; les agradezco enormemente, son las mejores personas, que Dios me les bendiga grandemente.

DR. EMILIO PIRIR: por su apoyo otorgado, su amabilidad y cortesía a mi persona, le estoy agradecido grandemente.

A MI ASESOR Y REVISOR DE TESIS: por su amistad, consejos y enseñanzas, orientación y ayuda muy fundamental y ser parte para lograr este sueño.

A MIS CATEDRÁTICOS Y JEFES DE SERVICIO: Por su tiempo y dedicación en enseñarme el arte de la medicina y muchas lecciones de vida que me hicieron mejor persona, estoy enormemente agradecido por todo lo que me han enseñado a lo largo de este tiempo.

A DOCTORES E INTERNOS: Quiero agradecer en especial a mis incondicionales amigos, que estuvimos en la lucha de esta carrera, esforzándonos día con día, Dra. María José Argueta, Dra. Jennifer Carpio, Dra. Michelle Pineda, Dra. Grecia Salazar, Dr. Amílton Alarcón, y en especial a mis amigos internos, Cynthia Oliva, Alexander Gómez, Diego Morales, Mario Arévalo, por todo el apoyo y cariño brindado durante toda la carrera.

CARACTERIZACIÓN DEL USO DEL SISTEMA DE ALTO FLUJO EN PACIENTES CON COVID-19

Daniel A. Estrada¹, Dr. Andrés F. Molina², M.S.c. Ronaldo A. Retana³, Ph.D. Rory R. Vides⁴, M.S.c. Carlos I. Arriola⁴, M.S.c Christian E. Sosa⁴, M.S.c. Edwin D. Mazariegos⁴. Universidad de San Carlos de Guatemala, USAC, Centro Universitario de Oriente, CUNORI, finca el Zapotillo, zona 5 Chiquimula tel. 78730300 ext. 1027

RESUMEN

Introducción: La pandemia causada por el coronavirus (COVID-19) es una enfermedad respiratoria aguda que, por su alta capacidad de contagio y rápida propagación, fue declarada pandemia por la Organización Mundial de la Salud. Puede presentarse como una infección asintomática, una enfermedad leve de las vías respiratorias superiores o una neumonía bilateral grave, que puede progresar a síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA), el sistema de cánula nasal de alto-flujo (CNAF) se ha postulado como tratamiento de primera línea en este escenario. Su potencial atractivo se basa en su comodidad y mayor adherencia al tratamiento. **Objetivo:** Describir caracterización del uso del sistema de alto flujo en pacientes con COVID-19. **Material y métodos:** Para el desarrollo de la monografía de compilación, se realizó una revisión bibliográfica basada en fuentes primarias y secundarias como revistas y artículos. **Conclusión:** El manejo del sistema de alto flujo es de suma importancia en pacientes con COVID-19 que no cumplan con los requerimientos óptimos, al uso de una cánula nasal convencional, indicado su uso en presencia de hipoxemia, sea leve o moderada. Los efectos beneficiosos al uso del sistema de alto flujo, da una mayor entrega de oxígeno calefaccionado y humidificado, minimizando el trabajo respiratorio y mejorando la mecánica pulmonar.

Palabras claves: COVID-19; insuficiencia respiratoria aguda; cánula nasal de alto-flujo; pandemia; hipoxia; dificultad respiratoria aguda.

1 Investigador.

2 Asesor de tesis.

3 Coordinador de la Carrera de Médico y Cirujano, CUNORI.

4 Revisor de tesis.

CHARACTERIZACIÓN OF THE USE OF THE HIGH FLOW SYSTEM IN PATIENTS WITH COVID-19

Daniel A. Estrada¹, Dr. Andrés F. Molina ², M.S.c. Ronaldo A. Retana³, Ph.D. Rory R. Vides⁴, M.S.c. Carlos I. Arriola⁴, M.S.c. Christian E. Sosa⁴, M.Sc. Edwin D. Mazariegos⁴. University of San Carlos of Guatemala, USAC, Eastern Center, CUNORI, El Zapotillo farm, zone 5 Chiquimula tel. 78730300 ext. 1027.

ABSTRACT

Introduction: The pandemic caused by the coronavirus (COVID-19) is an acute respiratory disease that, due to its high contagiousness and rapid spread, was declared a pandemic by the World Health Organization. It can present as asymptomatic infection, mild upper respiratory tract illness, or severe bilateral pneumonia, which can progress to acute respiratory distress syndrome (ARDS), the high-flow nasal cannula system (HFNC) has been postulated as a first-line treatment in this scenario. Its attractive potential is based on its comfort and greater adherence to treatment. **Objective:** To describe the characterization of the use of the high flow system in patients with COVID-19. **Material and methods:** For the development of the compilation monograph, a bibliographic review was carried out based on primary and secondary sources such as magazines and articles. **Conclusion:** The management of the high-flow system is of utmost importance in patients with COVID-19 who do not meet the optimal requirements, the use of a conventional nasal cannula, its use indicated in the presence of hypoxemia, whether mild or moderate. The beneficial effects of using the high-flow system are greater delivery of heated and humidified oxygen, minimizing the work of breathing and improving lung mechanics.

Key words: COVID-19; Severe respiratory insufficiency; high-flow nasal cannula; pandemic; hypoxia; acute respiratory distress

1 Researcher.

2 Thesis Advisor.

3 Coordinator of the CUNORI Medical and Surgeon career.

4 Thesis reviewe

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	i
II. JUSTIFICACIÓN	1
III. OBJETIVOS	3
IV. MARCO TEÓRICO	4
CAPÍTULO I: COVID-19	4
1.1 Definición general del COVID-19	4
1.2 Epidemiología	4
1.3 Factores de riesgo	6
1.4 Fisiopatología	8
1.4.1 Fase asintomática	11
1.4.2 Invasión e infección del tracto respiratorio superior	12
1.4.3 Implicación del tracto respiratorio inferior y progresión hasta el síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA)	12
1.5 Manifestaciones clínicas	13
1.6 Diagnóstico	14
1.6.1 Prueba de amplificación de ácidos nucleicos (PCR)	14
1.6.2 Pruebas de diagnóstico rápido basadas en la detección de antígenos:	15
1.6.3 Prueba de anticuerpos	16
1.6.4 Laboratorio	17
1.6.5 Imágenes	17
1.6.6 Radiografía de tórax	18
1.6.7 Tomografía computarizada de tórax	18
1.6.8 Ultrasonido pulmonar	18
1.7 Severidad	19
1.8 Tratamiento	21
1.8.1 Manejo del COVID-19 leve	21
1.8.2 Manejo del COVID-19 moderado	21
1.8.3 Manejo del COVID-19 grave	22
1.8.4 Manejo del COVID-19 crítico	23
1.9 Complicaciones	24

CAPÍTULO 2: SISTEMA DE CÁNULA NASAL DE ALTO FLUJO	25
2.1 Concepto de cánula nasal de alto flujo	25
2.2 Cánula nasal de alto flujo y sus componentes	25
2.2.1 Sistema generador de flujo	26
2.2.2 Sistema de entrega de humedad y calefacción:	27
2.2.3 Circuito con cable calefactor	27
2.2.4 Cánula de interfase	27
2.3 El uso de oxígeno nasal de alto flujo en COVID-19	27
2.4 Justificación para el uso terapéutico CNAF	28
2.5 Implementación para minimizar el riesgo de aerosolización de partículas	29
2.6 Efectos de la terapia con cánula nasal de alto flujo	29
2.6.1 Menor dilución del oxígeno administrado con el aire ambiente	30
2.6.2 Disminución del espacio muerto (y barrido CO ₂)	31
2.6.3 Generación de presión positiva en la vía aérea (CPAP)	31
2.6.4 Aumento del volumen circulante y trabajo respiratorio	31
2.6.5 Mejorar el transporte mucociliar	32
2.7 Equipos para la administración de oxigenoterapia de alto flujo	32
2.7.1 Mezclador aire/oxígeno conectado a un humidificador	33
2.7.2 Sistema de turbina con humidificador	33
2.7.3 Ventilador convencional con circuito de alto flujo conectado a un humidificador	33
2.8 Implicancias del uso e indicaciones de la CNAF en COVID-19	34
2.8.1 Indicaciones de CNAF	34
2.8.2 Contraindicaciones de CNAF	35
2.8.3 Monitorización paciente	35
2.9 Proceso de retiro de la CNAF	38
2.10 Hallazgos	38
V. CONCLUSIONES	42
VI. RECOMENDACIONES	44
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Cánula nasal de alto flujo	30

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla		Página
1	Clasificación de la enfermedad por COVID-19 según la severidad	19
2	Principales criterios de éxito y falla en la aplicación de CNAF	37

LISTADO DE ABREVIATURAS

°C:	Grados celsius
ACE₂:	Enzima convertidora de Angiotensina 2
ANZICS:	Sociedad de Cuidados Intensivos de Australia y Nueva Zelanda
ARA:	Bloqueadores de los receptores de Angiotensina
BIPAP:	Presión positiva de dos niveles en las vías respiratorias
CAB-RS Score:	Score De Stress Respiratorio de Cabrini
CD4:	Linfocitos T4
CD8:	Linfocitos T8
CLIA:	Inmunoensayo de Quimioluminiscencia
cm:	Centímetro
CNAF:	Cánula nasal de alto flujo
CNAFO₂:	Terapia con oxígeno a alto flujo a través de cánula nasal
CO₂:	Dióxido de carbono
CPAP:	Presión positiva continua de las vías respiratorias
CRS:	Síndrome de liberación de citoquinas
CXCL-10:	Liberación del ligando 10 de quimiocina
ECA:	Enzima convertidora de angiotensina
ELISA:	Ensayo de inmunoabsorción ligado a enzimas
EPOC:	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica

EPP:	Equipo de protección personal
ESICM:	La Sociedad Europea de Medicina de Cuidados Intensivos
F & P:	Fisher & Paykel
Fc:	Frecuencia cardiaca
FIO₂:	Fracción inspirada de oxígeno
Fr:	Frecuencia respiratoria
FRA:	Falla respiratoria aguda
FRAH:	Falla respiratoria aguda hipoxémica
HFNC:	Cánula nasal de alto flujo
HFNO:	Oxígeno nasal de alto flujo
High:	Alto/ Alta
hrs.:	Horas
IC:	Índice de confianza
IFN A:	Interferón Alfa
IFN B:	Interferón Beta
IgA:	Inmunoglobulina A
IgG:	Inmunoglobulina G
IgM:	Inmunoglobulina M
IL:	Interleucina
IMC:	Índice de masa corporal
IOT:	Intubación orotraqueal
IRA:	Insuficiencia respiratoria aguda
IRAH:	Insuficiencia respiratoria aguda hipoxémica

L/min:	Litros por minuto
LFI:	Ensayo inmunoquímico de flujo lateral
Low :	Bajo
lpm:	Latidos por minuto
MCP-1:	Proteína quimio atrayente de monocitos-1
MLP-1_a:	Proteína inflamatoria de macrófagos-1 α
mmHg:	Milímetros de mercurio
mmo/L:	Milimoles por litro
MSPAS:	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de Guatemala
NIV:	Ventilación no invasiva
nnt:	Número de pacientes que es necesario tratar
O₂:	Oxígeno
OC:	Oxigenoterapia convencional
OMS:	Organización mundial de la salud
P/F:	Relación entre la presión parcial de oxígeno y la fracción de oxígeno en el aire inhalado
PaCO₂:	Presión parcial de dióxido de carbono arterial
PAFi:	El índice de Kirby
PAM:	Presión arterial media
PAO₂:	Presión parcial de oxígeno
PCR:	Proteína C Reactiva
PEEP:	Presión positiva al final de la expiración
pH:	Potencial de hidrogeno

rar:	Reducción absoluto del riesgo
RE:	Retículo endoplasmático
rpm:	Respiraciones por minuto
rr:	Riesgo relativo
RrT-PCR:	Prueba de reacción en cadena de la polimerasa con transcriptasa reversa en tiempo real
S1:	Subunidad 1
S2:	Subunidad 2
SARCOV-2:	Síndrome respiratorio agudo severo
ARN:	Ácido Ribonucleico
SDRA:	Síndrome de dificultad respiratoria aguda
SE:	Semana Epidemiológica
SPO₂:	Saturación arterial de oxígeno
TAC:	Tomografía axial computarizada
Th1:	Linfocitos T auxiliares tipo i
TNAF:	Terapia nasal de alto flujo
UCI:	Unidad de cuidados intensivos
VA/Q:	Baja relación ventilación a perfusión
VMNI:	Ventilación mecánica no invasiva
VNI:	Ventilación no invasiva
VOC:	Variante preocupante
VOI:	Variante de interés

I. INTRODUCCIÓN

La pandemia causada por el coronavirus (COVID-19) es una enfermedad respiratoria aguda que, por su alta capacidad de contagio y rápida propagación, fue declarada pandemia por la Organización Mundial de la Salud a mediados del mes de marzo, que tuvo un impacto en el sistema sanitario y causó colapso en distintos sectores hospitalarios.

Esta pandemia con elevada cantidad de pacientes que requiere Ventilación Mecánica No Invasiva (VMNI), puso en evidencia que no hay la cantidad de equipamiento para ventilar invasivamente a todos, y por lo tanto, basados en la experiencia de lo que sucedió en China y está sucediendo en los países europeos, se considera de fundamental importancia incluir todas las medidas de soporte ventilatorio, disponibles en la actualidad, con el objetivo que, en la medida de lo posible, ningún paciente quede sin asistencia, enfatizando en medidas de protección personal según el nivel de atención y la medida de soporte ventilatorio implementado.

La situación más crítica de los pacientes infectados por COVID-19 es cuando se desarrolla insuficiencia respiratoria, es aquí donde se generan los mayores índices de mortalidad; se ha puesto en evidencia la escasez de recursos como los elementos de protección y la cantidad insuficiente de ventiladores en relación con el número de pacientes con falla respiratoria aguda hipoxémica.

La enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19) puede presentarse como una infección asintomática, una enfermedad leve de las vías respiratorias superiores o una neumonía bilateral grave, que puede progresar a síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA).

El uso terapéutico de oxígeno (O₂) convencional ha sido durante mucho tiempo el tratamiento de elección en pacientes con falla respiratoria aguda (FRA), aunque reduce el trabajo respiratorio, mejora la ventilación alveolar como máximo, no logra entregar una fracción inspirada de oxígeno (FiO₂) si no menor al 70%.

Hay diferentes técnicas para la oxigenación de los pacientes, están los procedimientos no invasivos como la cánula nasal de alto flujo y la ventilación mecánica no invasiva, y los procedimientos contrarios como la intubación orotraqueal, sin embargo, en el mundo médico sigue habiendo posiciones encontradas acerca de la oxigenoterapia de alto flujo.

II. JUSTIFICACIÓN

Con la llegada de la pandemia, la enfermedad por Coronavirus 2019 (COVID-19) se registró por primera vez en diciembre de 2019 en Wuhan, provincia de Hubei, China. El desarrollo de una enfermedad respiratoria altamente transmisible y de curso variable e impredecible orientó a los esfuerzos hacia la identificación del agente y el estudio de los casos que permitieran el desarrollo de medidas adecuadas para contener su dispersión y dar mejor respuesta.

Debido al incremento de contagios y morbilidad de pacientes COVID-19 en el país y que, hasta el 20 de marzo de 2021, se han reportado entre el 13 de febrero 2020 al 16 de febrero de 2022, el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) de Guatemala ha tamizado un total de 3.814,018 casos, de los cuales 749,257, son confirmados, 16,709, fallecidos (letalidad 2.2%) y 682,971 recuperados, cifra que actualmente se han sobrepasado significativamente y con grandes consecuencias psicológicas y económicas en la población.

Sumado a un sistema de salud que hoy se ve limitado de un manejo idóneo y efectivo, justificado por la reciente irrupción de este virus, que está generando mayor morbilidad, y no solo por la enfermedad de fondo, sino también por la alta demanda y escasez de camas UCI en todo el país.

La terapia con cánula nasal de alto flujo (CNAF) se ha introducido recientemente en el tratamiento del fallo respiratorio agudo (FRA), siendo una técnica segura, confortable y eficaz que logra revertir la hipoxemia en estos pacientes. Es necesario disponer de herramientas que permitan detectar precozmente el fallo de este tipo de tratamiento para evitar el incremento de la mortalidad que puede conllevar.

En una revisión sistemática y un metaanálisis, que incluyó ensayos clínicos controlados y aleatorizados, comparan la CNAF y la oxigenoterapia convencional (OC) o VMNI en 1084 pacientes, 506 de ellos tratados con CNAF, 208 con VMNI y 370 con oxigenoterapia convencional.

La CNAF reduce la necesidad de intubación orotraqueal con una tasa de intubación orotraqueal de 50 % en el grupo de VMNI vs. 20 % en el grupo de CNA, Se encontró

disminución de la mortalidad: un 22,2 % en pacientes con VMNI vs. un 5 % en pacientes con CNAF (Hincapié et al., 2020).

Además, estos sistemas van a favorecer la reducción del espacio muerto y de la resistencia inspiratoria al proporcionar suficiente flujo como para igualar o exceder el flujo inspiratorio del paciente. Los pacientes con falla respiratoria hipoxémica en época de pandemia están siendo asistidos tempranamente con ventilación mecánica invasiva en las unidades de cuidado intensivo.

Por lo tanto, el presente estudio busca proponer el uso del sistema de cánula nasal de alto flujo en pacientes con COVID-19, disminuir la mortalidad y así tomar decisiones inmediatas en el tratamiento, como mejorar el pronóstico de estos pacientes, y tener un manejo en el soporte ventilación no invasiva en aquellos pacientes que lo ameritan, de modo que permita optimizar los recursos y ambientes en la UCI, que actualmente son insuficientes para la población; con el objetivo de reducir la mortalidad y las complicaciones asociadas a la escasez de recursos mediante terapias no invasivas, mejorando el pronóstico de estos pacientes, ahorrando las complicaciones de estancia en Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) y de la ventilación mecánica invasiva.

III. OBJETIVOS

a. Objetivo general

Describir el uso del sistema de alto flujo de oxígeno en pacientes con COVID-19.

b. Objetivos específicos

1. Detallar los beneficios del uso del sistema de alto flujo de oxígeno en pacientes con COVID-19.
2. Conocer el uso correcto del sistema de alto flujo de oxígeno en pacientes con COVID-19.
3. Describir los principales sistemas de cánulas nasales de alto flujo.
4. Describir los riesgos del uso prolongado del sistema de alto flujo en pacientes con COVID-19.

IV. MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO I: COVID-19

1.1 Definición general del COVID-19

A fines de diciembre de 2019, la enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19) es producida por el coronavirus de tipo 2 causante del síndrome respiratorio agudo severo (SARSCOV-2), se identificaron grupos de neumonía atípica grave en Wuhan y en la provincia china de Hubei. SARS-CoV-2 es un virus de ARN monocatenario de sentido positivo que es contagioso en humanos. Es el sucesor del SARS-CoV-1, la cepa que causó el brote de SARS 2002-2004 (Organización Mundial de la Salud, 2021).

A finales del año 2019 en la ciudad de Wuhan, China, se reporta epidemia de un nuevo coronavirus que se denominó Coronavirus del Síndrome Respiratorio Grave 2 (SARS-COV-2). Posteriormente se da el nombre de enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19). El 11 de marzo de 2020, la Organización Mundial de la Salud (OMS), dada la presencia del virus en más de 120,000 casos en 114 países y más de 4000 muertes declara la pandemia mundial (Hincapié et al., 2020).

La actual pandemia por SARS-Coronavirus-2 está suponiendo una sobrecarga por todos los sistemas sanitarios, principalmente, puede presentarse como una infección asintomática, una enfermedad leve de las vías respiratorias superiores o una neumonía bilateral grave, que puede progresar a síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) al desarrollo de insuficiencia respiratoria aguda (IRA) hipoxémica que precisa soporte ventilatorio (Belenger y Hernández, 2021).

1.2 Epidemiología

Desde la confirmación de los primeros casos de COVID-19 hasta el 20 de agosto de 2021, se han notificado un total acumulado de 210.112.064 casos confirmados de COVID-19, incluidas 4.403.765 defunciones en todo el mundo, lo que representa un total de 19.784.373 casos confirmados adicionales y 310.801 defunciones adicionales desde la actualización epidemiológica de la OPS/OMS sobre COVID-19 publicada el

22 de julio de 2021 (Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud, 2021a).

A nivel global los casos confirmados han aumentado en los últimos dos meses, con más de 4,4 millones de casos notificados durante la semana epidemiológica (SE) 32 (del 8 al 14 de agosto de 2021). Esta tendencia al alza se atribuye en gran parte al incremento de casos que se han registrado en la Región del Pacífico Occidental y la Región de las Américas, que notificaron aumentos del 14% y el 8%, respectivamente, en comparación con la semana anterior (OPS y OMS, 2021a).

Todas las regiones, excepto la del Pacífico Occidental y la del Mediterráneo Oriental, notificaron en la semana epidemiológica 32 un número de muertes similar o inferior. En 2021, entre el 1 de enero y el 31 de julio de 2021, se notificaron en las Américas un total de 41.307.985 casos confirmados, incluidas 1.082.956 defunciones, siendo las subregiones de América del Norte y América del Sur las que representaron las mayores proporciones de casos (41,9% y 54%, respectivamente), mientras que las subregiones de América Central y el Caribe y las Islas del Océano Atlántico representaron el 2,1% y el 2% de los casos, respectivamente (OPS y OMS, 2021a).

Durante el mismo periodo, América del Sur representó el 61,9% de las defunciones notificadas, seguida de las subregiones de América del Norte (35,6%), América Central (1,6%) y las subregiones del Caribe y las Islas del Océano Atlántico (0,8%) (OPS y OMS, 2021a).

La situación en la Región de las Américas en comparación con el periodo anterior de 5 semanas, el número de casos notificados disminuyó en todas las subregiones. La mayor reducción de casos se ha reportado en América Central (Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá) (65,5%) y la mayor disminución de defunciones se registró en Caribe y las Islas del Océano Atlántico (59,1%) (OPS y OMS, 2021b).

Entre el 13 de febrero 2020 al 16 de febrero de 2022, el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS) de Guatemala ha tamizado un total de 3.814,018 casos, de los cuales 749,257, son confirmados, 16,709, fallecidos (letalidad 2.2%) y 682,971 recuperados estimados, tasa nacional de incidencia de 4,444.4 X 100,000 hb., los departamentos con mayor incidencia son: Guatemala, Sacatepéquez, Zacapa, El Progreso y Quetzaltenango. Alrededor del 85% de los casos se han identificado como leves y moderados, los casos graves y críticos (15%) se relacionan con adultos mayores o personas que presentan algunas comorbilidades (hipertensión, diabetes, insuficiencia renal, obesidad, cáncer e inmunocomprometidos). Según los datos reportados por la OMS, se estima la disminución de letalidad a 1.4% (Gobern, 2022).

La prevalencia de la insuficiencia respiratoria aguda hipoxémica (IRAH) en pacientes con COVID-19 es del 19 %, No está aún establecida la verdadera incidencia de IRAH en pacientes con COVID-19, pero se ha estimado que el 14 % de los enfermos desarrollan enfermedad grave y 5 % requieren tratamiento en unidad de cuidado intensivo (UCI) con VMI (Cruz et al., 2020).

Se reporta que en China los pacientes críticos con COVID-19, el 67 % desarrollaron síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA), y 33 de ellos (63,5 %) recibieron tratamiento con oxígeno por cánula nasal de alto flujo (CNAF), como soporte de la hipoxemia (Cruz et al., 2020).

1.3 Factores de riesgo

Los factores de riesgo consisten en (Rashedi et al., 2020):

- **Edad avanzada:** El SARS-CoV-2 puede infectar a personas de todas las edades, pero es mucho menos común en personas menores de 14 años y, a menudo, es asintomático en los jóvenes. La Edad avanzada de los pacientes presentaron una edad media de 63 años (mínimo 52 años, máximo 71 años) Con la edad, el COVID-19 aumenta de modo que el envejecimiento se convierte en un factor de riesgo de la enfermedad. La tasa de mortalidad es mayor en las personas mayores. El envejecimiento afecta negativamente a la función pulmonar y, como resultado, retrasa la activación del sistema inmunológico adquirido; el virus puede volverse

más replicable, produciendo más respuestas proinflamatorias y aumentando el riesgo de muerte.

- Género: Los hombres son más sensibles al SARS-CoV-2. con un el 66% eran hombres más que el género femenino, parece relacionarse al hecho de que están más tiempo fuera de casa debido a condiciones laborales. Las diferencias de comportamiento entre hombres y mujeres, especialmente en términos de consejos de salud, así como su menor atención al tema del distanciamiento social, es un tema que no debe pasarse por alto. El estradiol, que está presente en alta concentración en mujeres, puede ser una de las causas de reducción de la prevalencia de COVID-19 en mujeres en comparación con hombres.
- Diabetes: Las comorbilidades registradas fueron diabetes mellitus (23%), de los pacientes diabéticos que responden menos al tratamiento y tienen un mayor riesgo de muerte. los pacientes diabéticos, la inmunidad innata se ve afectada debido a los niveles elevados de glucosa en sangre, por lo que la glicosilación de las citocinas altera la función de las citocinas dependientes de los linfocitos T auxiliares tipo I (Th1). La microangiopatía pulmonar, el daño tisular causado por el estrés oxidativo en la hiperglucemia y la inflamación pulmonar predisponen a los pacientes al COVID-19, como ocurre de manera similar en los pacientes susceptibles a la tuberculosis.
- Hipertensión arterial: Los investigadores han encontrado que COVID-19 y su tasa de mortalidad son altos en estos individuos en un 21%, Debido a que el SARSCoV-2 ingresa a las células a través de los receptores ECA2, Por lo tanto, la medicación con bloqueadores de los receptores de angiotensina (ARA), como losartán, puede estar asociada con un aumento de la expresión de ACE2 en la susceptibilidad a COVID-19. Parece que es probable que la presión arterial alta aumente la mortalidad por COVID-19 al afectar la función pulmonar y afectar el suministro de oxígeno.

- **Enfermedad cardiovascular:** Los pacientes con enfermedad cardiovascular son más sensibles al COVID-19 en un 9%. El motivo puede estar relacionado con la expresión de la ECA2 en los miocitos y fibroblastos vasculares. La presencia del virus en las células cardiovasculares puede dañarlas y estimular la infiltración de células inflamatorias mononucleares en el tejido cardíaco y la inflamación agravará la enfermedad.
- **Obesidad:** que está ligada a un 20% encontrados en pacientes con COVID-19 se vieron 28 reportes con el índice de masa corporal (IMC), del cual este arrojó un promedio de 28 kg/m² (mínimo 24 kg/m², máximo 32 kg/m²). de 34 trabajos estudiados.
- **Otros factores de riesgo:** Otros factores pueden aumentar el riesgo de la enfermedad COVID-19 pueden ser: enfermedad pulmonar en un 6% obstructiva crónica (EPOC), enfermedad renal crónica, desnutrición, inmunodeficiencia, asma, enfermedades autoinmunes como esclerosis múltiple, artritis reumatoide y lupus eritematoso sistémico, enfermedad cerebrovascular y enfermedad hepática.

1.4 Fisiopatología

El SARS-CoV-2 tiene un diámetro de 60 nm a 140 nm y proteínas de superficies distintivas, que van de 9 nm a 12 nm, lo que da a los viriones la apariencia de una corona solar. El virus se transmite a través de gotitas respiratorias y aerosoles de persona a persona. Una vez dentro del cuerpo, el virus se une a los receptores del huésped y entra en las células del huésped mediante endocitosis o fusión de membranas. Los coronavirus están formados por cuatro proteínas estructurales, a saber, las proteínas de superficie (S), membrana (M), envoltura (E) y nucleocápside (N). Se ve que la proteína S sobresale de la superficie viral y es la más importante para la unión y penetración del hospedador (Chowdhury y Oommen, 2020).

Esta proteína está compuesta por dos subunidades funcionales (S1 y S2), entre las cuales S1 es responsable de unirse al receptor de la célula huésped y la subunidad S2 juega un papel en la fusión de las membranas celular viral y del huésped. El ECA-

2 se ha identificado como un receptor funcional del SARS-CoV 2 y se expresa en gran medida en las células epiteliales pulmonares. Es a través de este receptor del huésped que la proteína S se une inicialmente para iniciar la invasión del virus a la célula huésped, provocando cambios conformacionales que conducen a la fusión de la membrana viral y de la célula huésped. Después de la fusión de membrana, el virus ingresa a las células epiteliales alveolares pulmonares y el contenido viral se libera en el interior. Ahora, dentro de la célula huésped, el virus experimenta la replicación y formación de un ARN de cadena negativa por el ARN positivo de cadena simple preexistente a través de la actividad de la ARN polimerasa (transcripción). Esta cadena negativa de ARN recién formada sirve para producir nuevas cadenas de ARN positivos que luego sintetizan nuevas proteínas en el citoplasma celular (traducción). La proteína N viral se une al nuevo ARN genómico y la proteína M facilita la integración al retículo endoplásmico celular. Estas nucleocápsides recién formadas se encierran en la membrana del retículo endoplasmático (RE) y se transportan a la luz, desde donde se transportan a través de las vesículas de Golgi a la membrana celular y luego a través de la exocitosis al espacio extracelular. Las nuevas partículas virales están ahora listas para invadir las células epiteliales adyacentes, así como para proporcionar material infeccioso fresco para la transmisión comunitaria a través de gotitas respiratorias (Parasher, 2021).

Se deben meditar los dos fenotipos de presentación, a pesar de tener similitud en la presión arterial de oxígeno y fracción inspirada de oxígeno los cuales pueden ser: fenotipo L (Low) y fenotipo H (High), es fundamental clasificar estos fenotipos de presentación, ya que son determinables para el manejo y elección de soporte en cada paciente (Vega et al., 2020).

- **Fenotipo L**

Existe desregulación de perfusión pulmonar y microtrombos en capilares pulmonares. Estos pacientes tienen moderadamente (Vega et al., 2020):

- Baja Elastancia del Sistema Respiratorio. La conformidad del sistema respiratorio indica que la cantidad de gas en el pulmón es casi normal. Tienen buena Crs.

- Baja relación ventilación a perfusión (VA/Q): con valores similares a espacio muerto, por este motivo pueden tener aumento de PaCO₂. Dado que el volumen de gas es casi normal, la hipoxemia puede explicarse mejor por la pérdida de regulación de la perfusión y por la pérdida de vasoconstricción hipóxica. En consecuencia, en esta etapa, la presión de la arteria pulmonar debería ser casi normal.
- Baja reclutabilidad. la cantidad de tejido no aireado es muy baja, por lo tanto, la reclutabilidad es baja. Respuesta a PEEP y prono limitada
- Bajo peso pulmonar: En la TAC sólo se presentan densidades de vidrio esmerilado, principalmente localizadas subpleuralmente y a lo largo de las cisuras pulmonares. Por consiguiente, el peso del pulmón sólo aumenta.

• **Fenotipo H**

Con predominio de edema pulmonar y “presentación de SDRA típico”, estos pacientes tienen (García et al., 2020):

- Alta Elastancia. La disminución del volumen de gas debido al aumento del edema explica la disminución de la Crs.
- Mayor poder de reclutabilidad: El aumento de la cantidad de tejido no aireado se asocia, como en el SDRA grave, con una mayor capacidad de reclutamiento. Mejor respuesta a PEEP y prono. (Potencial de reclutamiento).
- Alto V/Q: con valores de Shunt por derivación alta de derecha a izquierda. Esto se debe a que la fracción del gasto cardíaco perfunde el tejido no aireado que se desarrolla en las regiones dependientes del pulmón debido al aumento del edema y la presión superpuesta.
- Alto peso del pulmón: El análisis cuantitativo de la TAC muestra un notable aumento del peso del pulmón (> 1,5 kg), en el orden de magnitud del SDRA grave.

Del Fenotipo H, el 20 - 30% encaja perfectamente con los criterios del SDRA severo: hipoxemia, infiltrados bilaterales, disminución del Crs, aumento del peso pulmonar y potencial de reclutamiento.

Producto de esta vigilancia a nivel mundial se han identificado cinco variantes de preocupación (VOC por su acrónimo en inglés) que son: Alpha, perteneciente al linaje

B.1.1.7; Beta, perteneciente al linaje B.1.351, Gamma que pertenece al linaje P.1, Delta que pertenece al linaje B.1.617.2 y recientemente el 26 de noviembre se clasificó a la nueva “OMICRON” linaje B.1.1.529. Así como siete variantes de interés (VOI) que son: Épsilon, Zeta, Eta, Theta, Iota, Kappa, Mu, y Lambda, de las cuales solamente la Lambda y la Mu se encuentran activas a la fecha.

Respecto a la variante Ómicron; el Ministerio de Salud de Sudáfrica el 24 de noviembre notificó la identificación de una nueva variante del SARS-CoV-2 linaje B.1.1.529 detectada el 23 de noviembre mediante secuenciación genómica viral con muestras procesadas entre el 14 y 22 de noviembre en la provincia de Gauteng. Este linaje posee un alto número de mutaciones previamente observadas en otras variantes de interés (VOI) y preocupación (VOC) del virus y adicionalmente más de 30 mutaciones en la proteína S. se ha detectado así mismo 3 mutaciones en el sitio que le confiere más infectividad (Gobern, 2021).

La infección por COVID-19 presenta las siguientes fases:

1.4.1 Fase asintomática

El período de incubación medio (el tiempo desde la exposición hasta el inicio de los síntomas) para COVID-19 es de aproximadamente 5 (2-7) días. Aproximadamente el 97,5% de las personas que desarrollan síntomas lo harán dentro de los 11,5 días posteriores a la infección (Wiersinga, et al., 2020).

El SARS-CoV-2 que se recibe a través de aerosoles respiratorios se une a las células epiteliales nasales en el tracto respiratorio superior. El principal receptor del huésped para la entrada del virus en las células es el ECA-2, que se ve altamente expresado en las células epiteliales nasales adultas. El virus sufre una replicación y propagación local, junto con la infección de células ciliadas en las vías respiratorias conductoras. Esta etapa dura un par de días y la respuesta inmune generada durante esta fase es limitada. A pesar de tener una carga viral baja en este momento, los individuos son altamente infecciosos y el virus puede detectarse mediante una prueba de frotis nasal.

1.4.2 Invasión e infección del tracto respiratorio superior

En esta etapa, hay una migración del virus desde el epitelio nasal al tracto respiratorio superior a través de las vías respiratorias conductoras. Debido a la afectación de las vías respiratorias superiores, la enfermedad se manifiesta con síntomas de fiebre, malestar y tos seca (Parasher, 2021).

Hay una mayor respuesta inmune durante esta fase que implica la liberación del ligando 10 de quimiocina C-X-C (CXCL-10) e interferones (IFN- β e IFN- λ) de las células infectadas por el virus. La mayoría de los pacientes no progresa más allá de esta fase, ya que la respuesta inmune montada es suficiente para contener la propagación de la infección (Parasher, 2021).

1.4.3 Implicación del tracto respiratorio inferior y progresión hasta el síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA)

Aproximadamente una quinta parte de todos los pacientes infectados progresan a esta etapa de la enfermedad y desarrollan síntomas graves. El virus invade y entra en las células epiteliales alveolares de tipo 2 a través del receptor ACE-2 del huésped y comienza a replicarse para producir más nucleocápsides virales. Los neumocitos cargados de virus ahora liberan muchas citocinas y marcadores inflamatorios diferentes, como interleucinas (IL-1, IL-6, IL-8, IL-120 e IL-12), factor de necrosis tumoral α (TNF- α), IFN - λ e IFN- β , CXCL-10, proteína quimio atrayente de monocitos-1 (MCP-1) y proteína inflamatoria de macrófagos-1 α (MIP-1 α). Esta "tormenta de citocinas" actúa como una quimio atrayente para los neutrófilos, las células T CD4 y las células T citotóxicas CD8, que luego comienzan a secuestrarse en el tejido pulmonar. Estas células son responsables de combatir el virus, pero al hacerlo son responsables de la posterior inflamación y lesión pulmonar (Parasher, 2021).

La célula huésped sufre apoptosis con la liberación de nuevas partículas virales, que luego infectan las células epiteliales alveolares de tipo 2 adyacentes de la misma manera. Debido a la lesión persistente causada por las células inflamatorias secuestradas y la replicación viral que conduce a la pérdida de neumocitos tanto de

tipo 1 como de tipo 2, existe un daño alveolar difuso que finalmente culmina en un síndrome de dificultad respiratoria aguda (Parasher, 2021).

1.5 Manifestaciones clínicas

El período de incubación medio (el tiempo desde la exposición hasta el inicio de los síntomas) para COVID-19 es de aproximadamente 5 (2-7) días. Aproximadamente el 97,5% de las personas que desarrollan síntomas lo harán dentro de los 11,5 días posteriores a la infección. El intervalo desde el inicio de los síntomas hasta el ingreso hospitalario es de 7 (3-9) días. La mediana de edad de los pacientes hospitalizados varía entre 47 y 73 años, y la mayoría de las cohortes tienen una preponderancia masculina de aproximadamente el 60%. Entre los pacientes hospitalizados con COVID-19, del 74% al 86% tienen al menos 50 años (Wiersinga et al., 2020).

Aunque solo aproximadamente el 25% de los pacientes infectados tienen comorbilidades, entre el 60% y el 90% de los pacientes infectados hospitalizados las presentan. Las más comunes en pacientes hospitalizados incluyen hipertensión (48% - 57%), diabetes (17% -34%), enfermedad cardiovascular (21% -28%), enfermedad pulmonar crónica (4% -10%), enfermedad renal crónica (3% -13%), neoplasia maligna (6% -8%) y enfermedad hepática crónica (<5%) (Wiersinga et al., 2020).

Los síntomas más comunes en los pacientes hospitalizados son fiebre (hasta el 90% de los pacientes), tos seca (60% -86%), dificultad para respirar (53% - 80%), fatiga (38%), náuseas / vómitos o diarrea (15% -39%) y mialgia (15% - 44%) Los pacientes también pueden presentar síntomas no clásicos, como síntomas gastrointestinales aislados. Se han informado disfunciones olfativas y / o gustativas en 64% a 80% de los pacientes. La anosmia o la ageusia pueden ser el único síntoma de presentación en aproximadamente el 3% de los pacientes (Wiersinga et al., 2020).

La manifestación grave más frecuente de infección parece ser la neumonía intersticial, caracterizada principalmente por fiebre, tos, disnea e infiltrados bilaterales en las imágenes de tórax con una prevalencia de insuficiencia respiratoria hipóxica del 19% en las imágenes responden a una neumonía viral típica (Gianstefani et al., 2021).

Se manifiesta comúnmente como opacidades en vidrio esmerilado, distribuidas bilateralmente en bases y periferias caracterizados por un ligero aumento de la frecuencia respiratoria, frente a una hipoxia grave probablemente debida a su mecánica respiratoria normal o parcialmente alterada (Gianstefani et al., 2021).

Esta presentación en particular ha sido definida la forma más cercana al Síndrome de Dificultad Respiratoria Aguda (SDRA); Este último se caracteriza por un peor pronóstico y, en la mayoría de los casos, representó una evolución de la presentación (Gianstefani et al., 2021).

Las alteraciones de los signos vitales (como la frecuencia respiratoria, la saturación de oxígeno y la temperatura) que se registran al ingresar al servicio de urgencias no siempre se correlacionan con un pronóstico grave, y las condiciones aparentes que sugieren una compensación estable pueden en realidad indicar un compromiso pulmonar muy grave compensado de manera efectiva por grandes reservas funcionales pulmonares (Zaboli et al., 2021).

Los parámetros clínicos al ingreso en los distintos departamentos arrojaron una frecuencia respiratoria (FR) media de 27 rpm, (mínimo 22 rpm, máximo 33 rpm), registrada en 20 trabajos. La frecuencia cardíaca de ingreso se reportó en 14 trabajos, media de 87lpm (mínimo 77 lpm, máximo 98 lpm). La SpO2 promedio reportada en 26 trabajos fue de 90% (mínimo 86%, máximo 95%) (Colaianne-Alfonso et al., 2021).

1.6 Diagnóstico

1.6.1 Prueba de amplificación de ácidos nucleicos (PCR)

Siempre que sea posible, las sospechas de infecciones activas por SARS-CoV-2 deben analizarse con rRT-PCR. Las muestras de las vías respiratorias superiores son adecuadas para analizar infecciones en etapa temprana, especialmente en casos asintomáticos o leves. Se ha demostrado que la prueba de hisopado nasofaríngeo y orofaríngeo combinados de un individuo aumenta la sensibilidad para la detección de

virus respiratorios y mejora la confiabilidad del resultado. Se recomiendan muestras de las vías respiratorias inferiores si se obtienen más tarde en el curso de la enfermedad COVID-19 o en pacientes con una muestra de vías respiratorias altas negativa y existe una fuerte sospecha clínica de COVID-19. Uno o más resultados negativos no descartan necesariamente la infección por SARS-CoV-2 (OMS, 2020a). Varios factores pueden conducir a un resultado negativo en una persona infectada, que incluyen (OMS, 2020a):

- Mala calidad de la muestra, porque contiene muy poco material del paciente.
- La muestra se recogió tarde en el curso de la enfermedad, o la muestra se tomó de un compartimento del cuerpo que no contenía el virus en ese momento.
- La muestra no se manipuló y / o envió de manera adecuada.
- Razones técnicas inherentes a la prueba, p. ej. Inhibición de la PCR o mutación del virus.

1.6.2 Pruebas de diagnóstico rápido basadas en la detección de antígenos

Se están desarrollando y comercializando pruebas de diagnóstico rápido que detectan la presencia de proteínas virales (antígenos) del SARS-CoV-2 en muestras del tracto respiratorio. La mayoría de estos son inmunoensayos, que generalmente se completan en 30 minutos. A diferencia de las PCR, no hay amplificación de la diana que se detecta, lo que hace que las pruebas de antígeno sean menos sensibles. Además, pueden producirse resultados falsos positivos (que indican que una persona está infectada cuando no lo está) si los anticuerpos de la tira reactivan también reconocen antígenos de virus distintos del SARS-CoV-2, como otros coronavirus humanos. La sensibilidad de diferentes pruebas en comparación con rRT-PCR en muestras de hisopados nasofaríngeos parece ser muy variable, pero se informa constantemente que la especificidad es alta. Las cargas virales más altas están asociadas con un mejor rendimiento de la prueba de antígeno; por lo tanto, se espera que el rendimiento de la prueba sea mejor alrededor del inicio de los síntomas y en la fase inicial de una infección por SARS-CoV-2 (OMS, 2020a).

1.6.3 Prueba de anticuerpos

Los ensayos serológicos que detectan los anticuerpos producidos por el cuerpo humano en respuesta a la infección con el SARS-CoV-2 pueden ser útiles en varios entornos. Por ejemplo, los estudios de vigilancia serológica se pueden utilizar para apoyar la investigación de un brote en curso y para respaldar la evaluación retrospectiva de la tasa de ataque o el tamaño de un brote. Como el SARS-CoV-2 es un patógeno nuevo, el conocimiento de las respuestas de anticuerpos que genera aún está emergiendo y, por lo tanto, las pruebas de detección de anticuerpos deben usarse con precaución y no para determinar infecciones agudas. Se ha observado que la seroconversión (desarrollo de una respuesta de anticuerpos medible después de la infección) es más robusta y rápida en pacientes con enfermedad grave en comparación con aquellos con enfermedad más leve o infecciones asintomáticas (OMS, 2020a).

Los anticuerpos se han detectado ya al final de la primera semana de enfermedad en una fracción de pacientes, pero también pueden tardar semanas en desarrollarse en pacientes con infección subclínica / leve. Por lo tanto, la serología no es un reemplazo adecuado de los ensayos virológicos para informar el rastreo de contactos o el manejo clínico. La duración de la persistencia de los anticuerpos generados en respuesta al SARSCoV-2 aún está en estudio. Además, la presencia de anticuerpos que se unen al SARS-CoV-2 no garantiza que sean anticuerpos neutralizantes o que ofrezcan inmunidad protectora. Se han puesto a disposición pruebas comerciales y no comerciales que miden anticuerpos de unión inmunoglobulinas totales (IgG, IgM y / o IgA en diferentes combinaciones que utilizan diversas técnicas que incluyen LFI, ensayo de inmunoadsorción ligado a enzimas (ELISA) e inmunoensayo de quimioluminiscencia (CLIA). Las pruebas de detección de anticuerpos para el coronavirus también pueden tener reacciones cruzadas con otros patógenos, incluidos otros coronavirus humanos, o con afecciones preexistentes (por ejemplo, embarazo, enfermedades autoinmunes) y así producir resultados falsos positivos. Los estudios muestran que varios ensayos comerciales que miden la Ig total o IgG han funcionado bien. La mayoría de estos estudios no muestran ninguna ventaja de la IgM sobre la

IgG, ya que la IgM no aparece mucho antes que la IgG. No se ha establecido la función adicional de las pruebas de IgA en los diagnósticos de rutina. Se espera que los niveles máximos de anticuerpos ocurran en la tercera / cuarta semana después del inicio de los síntomas (OMS, 2020a).

1.6.4 Laboratorio

Una revisión sistemática de 19 estudios de 2874 pacientes que eran en su mayoría de China (edad media, 52 años), de los cuales el 88% fueron hospitalizados, informó el rango típico de anomalías de laboratorio observadas en COVID-19, incluida la proteína C reactiva sérica elevada (aumento en > 60% de los pacientes), lactato deshidrogenasa (aumentada en aproximadamente 50% - 60%), alanina aminotransferasa (elevada en aproximadamente 25%) y aspartato aminotransferasa (aproximadamente 33%). Aproximadamente el 75% de los pacientes tenían albúmina baja. La anomalía hematológica más común es la linfopenia (recuento absoluto de linfocitos $<1,0 \times 10^9 / L$), que está presente en hasta el 83% de los pacientes hospitalizados con COVID-19. Junto con la coagulopatía, moderada prolongación de los tiempos de protrombina (prolongada en > 5 % de los pacientes), la trombocitopenia leve (presente en aproximadamente el 30% de los pacientes) y los valores elevados de dímero D (presente en el 43% - 60% de los pacientes) son comunes. Sin embargo, la mayoría de estas características de laboratorio no son específicas y son comunes en la neumonía. Las anomalías de laboratorio más graves se han asociado con una infección más grave. El dímero D y, en menor medida, la linfopenia parecen tener las asociaciones pronósticas más importantes (Wiersinga et al., 2020).

1.6.5 Imágenes

Las anomalías características de las imágenes de tomografía computarizada de tórax para COVID-19 son las opacidades difusas en vidrio deslustrado periférico. Estas opacidades tienen márgenes mal definidos, broncogramas aéreos, engrosamiento interlobulillar o septal liso o irregular y engrosamiento de la pleura adyacente. Al comienzo de la enfermedad, los hallazgos de las imágenes de tomografía computarizada de tórax en aproximadamente el 15% de los individuos y los hallazgos

Puede ocurrir una rápida evolución de las anomalías en las primeras 2 semanas después de la aparición de los síntomas, después de lo cual desaparecen gradualmente. Los hallazgos de las imágenes de tomografía computarizada de tórax son inespecíficos y se superponen con otras infecciones, por lo que el valor diagnóstico de las imágenes de tomografía computarizada de tórax para COVID-19 es limitado (Wiersinga et al., 2020).

1.6.6 Radiografía de tórax

La manifestación grave más frecuente de infección parece ser la neumonía intersticial, caracterizada principalmente en las imágenes radiológicas de tórax como (Gianstefani et al., 2021):

- Sombreado bilateral (72,9%) - mayormente opacidad de vidrio esmerilado (68,5%).
- Enfermedad unilateral (25%).
- Anormalidades intersticiales (hallazgo menos común, < 5% en algunos estudios).
- Los derrames pleurales son poco frecuentes (Colaianne-Alfonso y Castro, 2020).

1.6.7 Tomografía computarizada de tórax

Las anomalías características de las imágenes de tomografía computarizada de tórax en pacientes con COVID-19 son (Wiersinga et al., 2020):

- Opacidades de vidrio esmerilado (98%).
- Patrón reticular.
- Consolidación (Colaianne-Alfonso y Castro, 2020).

1.6.8 Ultrasonido pulmonar

Su rol todavía se está definiendo, pero aún no se observan resultados específicos de COVID-19 en los informes de casos. Los casos exhiben presencia de neumonía viral con características que incluyen:

- Líneas B (pueden ser irregulares e incluso confluentes).
- Áreas de pulmón blanco.
- Consolidaciones subpleurales (Colaianne-Alfonso y Castro, 2020).

1.7 Severidad

Según la OMS (2020a) presenta la severidad la enfermedad por COVID-19 que se clasifica en:

Tabla 1. Clasificación de la enfermedad por COVID-19 según la severidad de la enfermedad

Enfermedad leve		Pacientes sintomáticos que cumplen la definición de caso de COVID-19 sin evidencia de neumonía viral o hipoxia.
Enfermedad moderada	Neumonía	Adolescente o adulto con signos clínicos de neumonía (fiebre, tos, disnea, respiración rápida) pero sin signos de neumonía grave, incluida $SpO_2 \geq 90\%$ en el aire ambiente. Si bien el diagnóstico se puede realizar por motivos clínicos; las imágenes de tórax (radiografías, tomografías computarizadas, ecografías) pueden ayudar en el diagnóstico e identificar o excluir complicaciones pulmonares.
Enfermedad severa	Neumonía severa	Adolescente o adulto con signos clínicos de neumonía (fiebre, tos, disnea, respiración rápida) más uno de los siguientes: frecuencia respiratoria > 30 respiraciones / min; dificultad respiratoria severa; o $SpO_2 < 90\%$ en aire ambiente.
Enfermedad crítica	SDRA	Inicio: 1 semana después de una agresión clínica conocida (es decir, neumonía) o síntomas respiratorios nuevos o que empeoran. Imágenes de tórax: (radiografía, tomografía computarizada o ecografía pulmonar): opacidades bilaterales que no se explican completamente por sobrecarga de volumen, colapso lobular o pulmonar o nódulos. Origen de los infiltrados pulmonares: insuficiencia respiratoria que no se explica completamente por insuficiencia cardíaca o sobrecarga de líquidos. Se necesita una evaluación objetiva (por

Enfermedad crítica	SDRA	ejemplo, ecocardiografía) para excluir la causa hidrostática de infiltrados / edema si no hay ningún factor de riesgo presente. Deterioro de la oxigenación en adultos: SDRA leve: $200 \text{ mmHg} < \text{PaO}_2 / \text{FiO}_2 \leq 300 \text{ mmHg}$ (con PEEP o CPAP $\geq 5 \text{ cmH}_2\text{O}$). SDRA moderado: $100 \text{ mmHg} < \text{PaO}_2 / \text{FiO}_2 \leq 200 \text{ mmHg}$ (con PEEP $\geq 5 \text{ cmH}_2\text{O}$). SDRA grave: $\text{PaO}_2 / \text{FiO}_2 \leq 100 \text{ mmHg}$ (con PEEP $\geq 5 \text{ cmH}_2\text{O}$).
Enfermedad crítica	Sepsis	Adultos: Disfunción orgánica aguda potencialmente mortal causada por una respuesta desregulada del huésped a una infección sospechada o comprobada. Los signos de disfunción orgánica incluyen: estado mental alterado (delirio), respiración difícil o rápida, baja saturación de oxígeno, disminución de la producción de orina, frecuencia cardíaca rápida, pulso débil, extremidades frías o presión arterial baja, manchas en la piel, evidencia de laboratorio de coagulopatía, trombocitopenia acidosis, lactato alto o hiperbilirrubinemia.
	Shock séptico	Adultos: Hipotensión persistente a pesar de la reanimación de volumen, requiriendo vasopresores para mantener PAM $\geq 65 \text{ mmHg}$ y nivel de lactato sérico $> 2 \text{ mmol / L}$.

Fuente: tomado de Organización Mundial de la Salud (2020a).

1.8 Tratamiento

Hasta el momento no existe tratamiento que sea seguro y eficaz para eliminar el SARS-CoV-2 que haya sido aprobado para la población en general, por lo que se toma de manifiesto los signos, síntomas y pruebas de laboratorio para clasificarlo, y así realizar un manejo oportuno según el grado de severidad (OMS, 2020b).

1.8.1 Manejo del COVID-19 leve

Los pacientes con enfermedad leve pueden acudir a una unidad de emergencia, atención primaria o ser atendidos mediante visitas domiciliarias o por telemedicina (OMS, 2020b):

- Se recomienda que los pacientes con COVID-19 leve sospechoso o confirmado sean aislados para contener la transmisión del virus. Esto se puede hacer en un centro de salud designado COVID-19, un centro comunitario o en el hogar (autoaislamiento).
- En áreas con otras infecciones endémicas que causan fiebre (como malaria, dengue, etc.), los pacientes febriles deben ser examinados y tratados para esas infecciones endémicas según los protocolos de rutina, independientemente de la presencia de signos y síntomas respiratorios. Puede ocurrir una coinfección con COVID-19.
- Se recomienda que los pacientes con COVID-19 leve reciban tratamiento sintomático como antipiréticos para la fiebre y el dolor, una nutrición y una rehidratación adecuadas.
- Aconseje a los pacientes con COVID-19 leve sobre los signos y síntomas de complicaciones que deben requerir atención urgente.
- Se recomienda que no se utilice terapia con antibióticos o profilaxis en pacientes con COVID-19 leve (OMS, 2020b).

1.8.2 Manejo del COVID-19 moderado

Los pacientes con enfermedad moderada pueden acudir a una unidad de emergencia, atención primaria o ser atendidos mediante visitas domiciliarias o por telemedicina:

- Se recomienda que los pacientes con COVID-19 moderado (neumonía) sospechado o confirmado sean aislados para contener la transmisión del virus. Es posible que los

pacientes con enfermedad moderada no requieran intervenciones de emergencia u hospitalización; sin embargo, el aislamiento es necesario para todos los casos sospechosos o confirmados (OMS, 2020b).

- Para los pacientes sintomáticos con COVID-19 y factores de riesgo de progresión a enfermedad grave que no están hospitalizados, se sugiere el uso de la monitorización de oximetría de pulso en el hogar como parte de un paquete de atención, que incluye educación para el paciente y el proveedor y un seguimiento adecuado.
- Se recomienda a los pacientes con COVID-19 moderado sospechoso o confirmado, que no se prescriban antibióticos a menos que exista una sospecha clínica de infección bacteriana.
- Se recomienda un estrecho seguimiento de los pacientes con COVID-19 moderado para detectar signos o síntomas de progresión de la enfermedad (OMS, 2020b).

1.8.3 Manejo del COVID-19 grave

Tratamiento de la neumonía grave según OMS (2020b):

- Todas las áreas donde se puedan atender pacientes graves deben estar equipadas con oxímetros de pulso, sistemas de oxígeno en funcionamiento e interfaces de suministro de oxígeno desechables de un solo uso (cánula nasal, máscara Venturi y máscara con bolsa de reservorio).
- Se recomienda la administración inmediata de oxigenoterapia complementaria a cualquier paciente con signos de emergencia durante la reanimación para alcanzar una $SpO_2 \geq 94\%$ y a cualquier paciente sin signos de emergencia e hipoxemia (es decir, paciente hipoxémico estable) para alcanzar una $SpO_2 > 90\%$ o $\geq 92-95\%$ en mujeres embarazadas.
- Administre tasas de flujo de oxígeno utilizando dispositivos de administración adecuados (p. Ej., use una cánula nasal para tasas de hasta 5 L / min; máscara Venturi para tasas de flujo de 6 a 10 L / min; y mascarilla con bolsa de depósito para tasas de flujo de 10 a 15 L / min).
- Vigile de cerca a los pacientes para detectar signos de deterioro clínico, como insuficiencia respiratoria rápidamente progresiva y shock, y responda de inmediato con intervenciones de atención de apoyo.

- Se sugiere la posición decúbito prono de los pacientes gravemente enfermos hospitalizados con COVID-19 que requieren oxígeno suplementario (incluye oxígeno nasal de alto flujo) o ventilación no invasiva.
- Realice un manejo adecuado de los fluidos en los pacientes (OMS, 2020b).

1.8.4 manejo del COVID-19 crítico

El síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA) es una forma de edema pulmonar de causa no cardiogénica, secundario a una injuria alveolar que se produce debido a un proceso inflamatorio, de origen local o sistémico aumentando la mortalidad en pacientes hospitalizados y críticamente enfermos ha variado sustancialmente en diferentes series de casos a lo largo de la pandemia. Las siguientes recomendaciones están alineadas con los estándares internacionales actuales para el manejo del SDRA por todas las causas (OMS, 2020b):

- En pacientes seleccionados con COVID-19 y SDRA leve, se puede utilizar CNAF (cánula nasal de alto flujo), ventilación no invasiva: presión positiva continua en las vías respiratorias (CPAP), presión positiva de dos niveles en las vías respiratorias (BiPAP).
- Se recomienda el reconocimiento inmediato de la insuficiencia respiratoria hipoxémica aguda progresiva cuando un paciente con dificultad respiratoria no responde a la oxigenoterapia estándar y la preparación adecuada para proporcionar oxígeno / soporte ventilatorio avanzado.
- Se recomienda que la intubación endotraqueal sea realizada por un proveedor capacitado y experimentado que tome precauciones sobre la vía aérea.
- Se recomienda la implementación de ventilación mecánica utilizando volúmenes corrientes más bajos (4–8 ml / kg de peso corporal previsto) y presiones inspiratorias más bajas (presión de meseta <30 cmH₂O).
- En pacientes adultos con SDRA grave (PaO₂ / FiO₂ <150) se recomienda la ventilación en decúbito prono durante 12 a 16 horas al día.
- Utilice una estrategia conservadora de manejo de líquidos para pacientes con SDRA.
- En pacientes con SDRA moderado-grave (PaO₂ / FiO₂ <150), el bloqueo neuromuscular por infusión continua no debe usarse de forma rutinaria (OMS, 2020b).

1.9 Complicaciones

Las complicaciones de COVID-19 incluyen la función deteriorada del corazón, cerebro, pulmón, hígado, riñón y sistema de coagulación; que puede provocar miocarditis, miocardiopatía, arritmias ventriculares e inestabilidad hemodinámica. La enfermedad cerebrovascular aguda y la encefalitis se observan con enfermedad grave (hasta en el 8% de los pacientes). Los eventos tromboembólicos arteriales y venosos ocurren en 10 a 25% en pacientes hospitalizados con COVID-19. En la UCI, los eventos tromboembólicos arteriales y venosos pueden ocurrir en hasta el 31% al 59% de los pacientes con COVID-19 (Wiersinga et al., 2020).

Aproximadamente del 17% al 35% de los pacientes hospitalizados con COVID-19 son tratados en una UCI, con mayor frecuencia debido a insuficiencia respiratoria hipoxémica. Entre los pacientes en la UCI con COVID-19, del 29% al 91% requieren ventilación mecánica invasiva. Además de la insuficiencia respiratoria, los pacientes hospitalizados pueden desarrollar insuficiencia renal aguda (9%), disfunción hepática (19%), disfunción hemorrágica y de la coagulación (10%-25%) y shock séptico (6%) (Wiersinga et al., 2020).

Además, aproximadamente del 2% al 5% de las personas con COVID-19 confirmada por laboratorio son menores de 18 años, con una edad media de 11 años. Los niños con COVID-19 tienen síntomas más leves que se limitan predominantemente al tracto respiratorio superior y rara vez requieren hospitalización. No está claro por qué los niños son menos susceptibles al COVID-19. Las posibles explicaciones incluyen que los niños tienen respuestas inmunes menos robustas (es decir, sin tormenta de citoquinas), inmunidad parcial contra otras exposiciones virales y tasas más bajas de exposición al SARS-CoV-2. Aunque la mayoría de los casos pediátricos son leves, un pequeño porcentaje (<7%) de los niños ingresados en el hospital por COVID-19 desarrollan una enfermedad grave que requiere ventilación mecánica. Recientemente se ha descrito un raro síndrome inflamatorio multisistémico similar a la enfermedad de Kawasaki en niños de Europa y América del Norte con infección por SARS-CoV-2. Este síndrome inflamatorio multisistémico en niños es poco frecuente (2 de cada 100 000 personas de <21 años) (Wiersinga et al., 2020).

CAPÍTULO 2: SISTEMA DE CÁNULA NASAL DE ALTO FLUJO

2.1 Concepto de Cánula Nasal de Alto Flujo

El uso terapéutico de oxígeno (O_2) convencional ha sido durante mucho tiempo el tratamiento de elección en pacientes con falla respiratoria aguda (FRA) aunque no reduce el trabajo respiratorio ni mejora la ventilación alveolar y, como máximo, logra entregar una fracción inspirada de oxígeno (FiO_2) menor al 70% (Plotnikow et al., 2018).

Su uso, además, genera sequedad de mucosa y lesión de la misma, La ventilación mecánica no invasiva (VMNI) es la principal alternativa de tratamiento a la oxigenoterapia convencional en pacientes con FRA. En este escenario, el gas suministrado al paciente puede ser calentado y humidificado, con una FiO_2 cercana al 100% (en ausencia de fugas) (Plotnikow et al., 2018).

Además, la presión positiva es capaz de mejorar el intercambio gaseoso y reducir el esfuerzo inspiratorio del paciente. Sin embargo, a veces es difícil lograr una buena tolerancia a la VMNI debido a las fugas que se generan alrededor de la máscara que favorecen el desarrollo de asincronías entre el paciente y el ventilador. Además, con la VMNI pueden ocurrir algunos efectos deletéreos como el retraso en la intubación por el enmascaramiento de signos de falla respiratoria (Plotnikow et al., 2018).

La terapia con oxígeno a alto flujo a través de cánula nasal (CNAFO₂) es una técnica más nueva de oxigenoterapia que permite el suministro de altas concentraciones de O_2 y ha demostrado tener un impacto clínico positivo en el grupo de pacientes con falla respiratoria aguda hipoxémica (FRAH) (Plotnikow et al., 2018).

2.2 Cánula nasal de alto flujo y sus componentes

La insuficiencia respiratoria aguda causada por neumonía por SARS-CoV2 (COVID-19) genera un importante compromiso de la oxigenación, donde la oxigenoterapia oportuna y efectiva es esencial (Arellano, s. f.).

En los últimos años, la oxigenoterapia de alto flujo emerge como una alternativa a la oxigenoterapia convencional en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda, especialmente cuando otras terapias de rescate han sido cuestionadas por su alta dispersión de partículas (Arellano, s. f.).

La oxigenoterapia de alto flujo consiste en la aplicación de un flujo de gas de hasta 60 L/min mediante cánulas nasales. Este sistema es tolerable por el paciente debido a que el gas inspirado se encuentra calefaccionado y humidificado (temperatura de 34 – 37°C, entregando una humedad relativa de 100%) (Arellano, s. f.).

Estos equipos están constituidos por al menos los siguientes componentes:

- Sistema de generador de alto flujo.
- Sistema de entrega de humedad y calefacción
- Circuito con cable calefactor
- Cánula de interfase
- Este equipo va conectado a un flujómetro para la administración de oxígeno (Arellano, s. f.).

Los componentes de la cánula nasal de alto flujo, según (Arellano, s. f.). se describen a continuación:

2.2.1 Sistema generador de flujo

Estos equipos son capaces de generar un alto flujo de gas que puede alcanzar los 60 LPM. Los equipos más comunes son el sistema Airvo® de Fisher & Paykel y el sistema Hi-VNI® de Vapotherm. Estos sistemas también son capaces de monitorizar el flujo generado, la temperatura y la fracción de oxígeno inspirada (FiO₂). Este equipo se puede conectar a un flujómetro de oxígeno para entregar al paciente la FiO₂ que requiera.

2.2.2 Sistema de entrega de humedad y calefacción

Incorporado al sistema generador de flujo también se encuentra una base calefactora capaz de calefaccionar el gas a temperaturas entre 34° y 37°C, con una humedad relativa cercana al 100%.

2.2.3 Circuito con cable calefactor

El circuito comunica el sistema generador de alto flujo con la cánula nasal y trae incorporado un cable capaz de mantener la temperatura constante desde la salida del equipo hasta las fosas nasales del paciente. Esta característica permite la entrega de una temperatura y humedad constante.

2.2.4 Cánula de interfase

Estas cánulas difieren de las clásicas cánulas de oxígeno porque son más confortables y ajustables a la fosa nasal, lo cual mejora la tolerancia al equipo.

2.3 El uso de oxígeno nasal de alto flujo en COVID-19

El uso de oxígeno nasal de alto flujo (HFNO) en COVID-19 es objeto de mucho debate, relacionado con los beneficios y daños que pueden resultar tanto para los pacientes como para los trabajadores de la salud Rochweg y col. publicaron una revisión sistemática y un metaanálisis que compara el HFNO con la oxigenoterapia convencional en pacientes con insuficiencia respiratoria hipoxémica aguda (Vega et al., 2020).

Se revisaron nueve ECA con 2093 pacientes, en ese estudio, no se observaron diferencias en la mortalidad en los pacientes tratados con HFNO (riesgo relativo (RR) 0,94; IC del 95%: 0,67–1,31) en comparación con la oxigenoterapia convencional. El uso de HFNO dio como resultado una menor necesidad de intubación traqueal (RR 0,85; IC del 95%: 0,74 a 0,99) y un menor riesgo de escalada de la oxigenoterapia (RR 0,71; IC del 95%: 0,51 a 0,98) en comparación con la terapia convencional (Vega et al., 2020).

La Organización Mundial de la Salud recomienda que el HFNO solo se utilice en pacientes seleccionados con insuficiencia respiratoria hipoxémica. La directriz enumera la hipercapnia, la inestabilidad hemodinámica, la insuficiencia multiorgánica y el estado mental anormal como escenarios que la vuelven generalmente inapropiada para su uso. Recomienda que los pacientes sean atendidos en un entorno supervisado y por personal experimentado capaz de realizar la intubación traqueal en caso de un deterioro agudo o falta de mejora después de una prueba corta ("aproximadamente 1 hora"). (Vega et al., 2020).

Las pautas COVID-19 de la Sociedad de Cuidados Intensivos de Australia y Nueva Zelanda (ANZICS) establecen que HFNO es un "terapia recomendada" para la hipoxia asociada con la enfermedad por COVID-19, siempre que el personal lleve puesto el equipo de protección personal (EPP) óptimo en el aire. Las directrices COVID-19 de la campaña Surviving Sepsis Campaign recomiendan el uso de HFNO en lugar de la oxigenoterapia convencional en pacientes con insuficiencia respiratoria hipoxémica aguda a pesar de la oxigenoterapia convencional (Vega et al., 2020).

2.4 Justificación para el uso terapéutico CNAF

La CNAF podría ser un enfoque racional de para el apoyo no invasivo en pacientes con SDRA leve. Una serie de casos de China, sugirió que el HFNC se asoció con tasas de supervivencia más altas que la ventilación no invasiva o invasiva en los pacientes COVID menos enfermos. Además, requiere menos mantenimiento que la ventilación mecánica invasiva y no invasiva. Por ejemplo, un paciente que está en CNAFO tranquilo y sin toser debido a una correcta humidificación del aire inspirado puede tener menos probabilidades de propagar el virus en comparación con un paciente despierto intubado que requiere aspiraciones frecuentes. Este tipo de soporte no invasivo es reconocido por la OMS para el tratamiento de pacientes con COVID-19, para la pre oxigenación antes de la intubación o para el apoyo ventilatorio no invasivo con un seguimiento estrecho del deterioro clínico en pacientes seleccionados con insuficiencia respiratoria hipoxémica (Vega et al., 2020).

Si bien faltan estudios, la sugerencia ESICM es que algunos pacientes que fallan a la oxigenoterapia estándar podrían beneficiarse con un trial de CNAFO.

2.5 Implementación para minimizar el riesgo de aerosolización de partículas

Debido a la incertidumbre en torno a la posibilidad de aerosolización, la CNAFO debe utilizarse con precaución para prevenir la transmisión de partículas en el aire. Por ahora las pruebas existentes, no respaldan el concepto de que el CNAFO aumenta sustancialmente la dispersión de los patógenos. La dispersión máxima es de 17,2 +- 3 cm. Comparándola con una cánula nasal, con una máscara simple o con máscaras Venturi o de reservorio, la HFNC con un flujo de 60 l/min no incrementó la distancia de dispersión exhalada de partículas. En caso de tener mal posicionada la cánula nasal, las pérdidas laterales pueden llegar incluso hasta 62 cm. (Vega et al., 2020).

Por lo tanto, en estos casos, destacan cuatro pequeñas precauciones que permiten evitar aquellas fugas laterales de hasta 60 cm de dispersión horizontal del aire exhalado del paciente, las cuales son (Vega et al., 2020):

- La importancia de la correcta posición de las cánulas nasales de alto flujo.
- La cánula nasal tiene que ser del tamaño adecuado al tamaño de las narinas del paciente.
- Tiene que estar completamente insertada en los orificios.
- El elástico debe estar bien asegurado entorno a la cabeza y la tubuladura debe estar próxima a la interfaz sin tironear hacia abajo.

Además, se aconseja en estas guías colocar por encima de la cánula un barbijo quirúrgico en caso de que el paciente tenga tos, monitoreando siempre que no genere dificultad respiratoria (Vega et al., 2020).

2.6 Efectos de la terapia con cánula nasal de alto flujo

Los efectos de la terapia con CNAF son: menor dilución del oxígeno administrado con el aire ambiente, disminución del espacio muerto (y barrido de CO₂), generación de presión positiva en la vía aérea (CPAP), aumento del volumen circulante y trabajo

respiratorio y mejorar el transporte mucociliar. A continuación, se explican con mayor detalle los efectos de la CNAF (Arellano, s. f.).

2.6.1 Menor dilución del oxígeno administrado con el aire ambiente

En una cánula de oxígeno tradicional, el flujo máximo que se puede entregar es 5 LPM, ya que no se tolera un flujo más alto al ser el oxígeno entregado a temperatura ambiental y sin humidificar. Este tipo de cánula nasal se considera un sistema de bajo flujo, ya que no entrega todo el flujo requerido por el paciente (flujo inspiratorio). En la figura se puede observar el funcionamiento de una cánula tradicional: El paciente genera un flujo inspiratorio de 40 LPM del cual solo 5 LPM corresponde a oxígeno al 100%, los 35 LPM el paciente se ve obligado a inspirar aire ambiental, lo cual diluirá el oxígeno y disminuirá la concentración de oxígeno final (FiO_2). Mientras mayor sea el flujo inspiratorio del paciente, más baja será la FiO_2 . En cambio, al usar una cánula nasal de alto flujo (CNAF), el equipo es capaz de entregar todo el flujo inspiratorio que el paciente requiere, por lo tanto, el oxígeno no se diluye y la FiO_2 se mantiene constante (figura 1) (Arellano, s. f.).

Figura 1. cánula nasal de alto flujo



Fuente: tomado de Arellano (s. f.)

2.6.2 Disminución del espacio muerto (y barrido CO₂)

La región nasofaríngea forma parte del espacio muerto anatómico, el cual afecta la eficiencia ventilatoria: mientras mayor es el espacio muerto es menor la ventilación alveolar y más alta la PaCO₂. El flujo administrado por la CNAF directamente sobre la nasofaringe genera un efecto de lavado de CO₂ y disminuye el espacio muerto anatómico, por lo tanto, aumenta la ventilación alveolar, reduce la disnea, mejora la tolerancia al ejercicio, y la oxigenación (Arellano, s. f.).

2.6.3 Generación de presión positiva en la vía aérea (CPAP)

El paso de un flujo alto a través de la vía aérea superior podría generar una presión positiva que se transmite a vía aérea inferior, mejorando la capacidad residual funcional. Esta presión positiva se ha demostrado a nivel de nasofaringe, cavidad oral, así como de presiones esofágicas y traqueales. Con flujos entre 35 y 60 LPM se logran generar presiones faríngeas entre 5 – 7 cmH₂O con boca cerrada. Esta presión puede disminuir con boca abierta. Diversos estudios han demostrado que la CNAF podría aumentar la capacidad residual funcional, mejorando así la distensibilidad pulmonar y la oxigenación (Arellano, s. f.).

2.6.4 Aumento del volumen circulante y trabajo respiratorio:

La generación de presión positiva (CPAP) podría mejorar la distensibilidad toracopulmonar, y la disminución del espacio muerto anatómico mejora la ventilación alveolar efectiva, por lo que el volumen circulante podría aumentar. La CNAF aumenta los volúmenes pulmonares, tanto inspiratorios como espiratorios, reduciendo la frecuencia respiratoria teniendo efectos positivos aumentando la saturación de oxígeno. También hay disminución significativa en la disnea y un aumento de la PaO₂. Todos estos efectos mencionados facilitan la inspiración y reducen el trabajo respiratorio del paciente, mejorando la mecánica pulmonar y disminuyendo la disnea y los signos de apremio respiratorio (Arellano, s. f.).

2.6.5 Mejorar el transporte mucociliar

La entrega de un flujo de gas calefaccionado y humidificado minimiza el secuestro de humedad y temperatura desde la mucosa bronquial, facilitando el transporte mucociliar (Arellano, s. f.).

El batimiento ciliar es sensible a caídas de la humedad relativa, algunos estudios demuestran que una disminución del 10—20% de la humedad relativa en la vía aérea puede producir disminución de la velocidad de batimiento de los cilios de la vía aérea e incluso, podría generar su inactivación, produciendo retención de secreciones, tapones mucosos y riesgo de infección. Por estas razones la aplicación de un sistema que entrega un alto flujo de gas con una adecuada humedad y temperatura es fundamental para optimizar el mucociliar en pacientes con patología respiratoria, evitando complicaciones. Por otra parte, la entrega de un gas acondicionado favorece la tolerancia del paciente a la terapia (Arellano, s. f.).

Probablemente, esta es la principal razón del éxito de la CNAF versus el uso de cánulas convencionales (naricera).

Toda la evidencia científica actual confirma que la tolerancia a la CNAF es tan buena o mejor que la de otros métodos de oxigenoterapia, ya que permite un mayor bienestar y genera menor sequedad nasal y retención de secreciones. Además, con este sistema se facilita la comunicación oral y permite la ingesta sin desconexiones del circuito (Arellano, s. f.).

Considerando todas estas características, pareciera haber una ventaja de la CNAF frente al uso de equipos de oxigenoterapia tradicionales, especialmente al evaluar necesidad de intubación, mortalidad y riesgo de entubación.

2.7 Equipos para la administración de oxigenoterapia de alto flujo

La aparición de la terapia con alto-flujo se remonta a 1999 cuando la empresa Vapotherm introdujo el concepto de terapia de alto flujo humidificado y calentado a

través de una cánula nasal, desarrollado originalmente para su uso en caballos de carreras (Colaianne-Alfonso et al., 2021).

La HFNC se introdujo por primera vez en la práctica clínica a principios de la década del 2000 como un sistema no invasivo para tratar la apnea en recién nacidos prematuros. En la actualidad, su uso fue en creces durante las últimas décadas. En el mercado solo existían dos distribuidores de alto-flujo, Fisher and Paykel (F&P) y Vapotherm (Colaianne-Alfonso et al., 2021).

Existen diversos sistemas de administración de oxigenoterapia de alto flujo, y se pueden utilizar en todo tipo de pacientes. Las cánulas nasales son de diferente tamaño según el tamaño del paciente. El diámetro ideal debería tener un diámetro aproximado de la mitad del diámetro interno de la nariz, para no ocluir completamente esta y prevenir excesos de presión y formación de úlceras. Dentro de los tipos de generadores de flujo disponibles (Arellano s. f.).

2.7.1 Mezclador aire/oxígeno conectado a un humidificador

Dentro de estos equipos destaca el sistema Optiflow (Fisher & Paykel), Precision flow (Vapotherm) y Comfort Flo (Teleflex Medical). Algunos disponen de una válvula de liberación de presión que corta el flujo cuando se alcanza una presión predeterminada. Estos equipos requieren al menos una fuente de aire para ser operativos (Arellano, s. f.).

2.7.2 Sistema de turbina con humidificador

Dentro de estos equipos se encuentra el Airvo2 (Fisher&Paykel). Estos sistemas no requieren fuente de aire.

2.7.3 Ventilador convencional con circuito de alto flujo conectado a un humidificador

Se desarrollado para cumplir con las más altas expectativas en ventilación, permitiendo tanto la ventilación invasiva como la no invasiva, en pacientes adultos, pediátricos y neonatales. Terapia de alto flujo integrada en estos dispositivos facilitan

la eliminación de CO₂ en pacientes con retención carbónica, mejorando la oxigenación y disminuyendo el trabajo respiratorio del paciente. (por ej. Hamilton G5, V60, Bellavista, Evita XL).

2.8 Implicancias del uso e indicaciones de la CNAF en COVID-19

La CNAF puede proporcionar una presión positiva específica al final de la espiración, que podría tener un potente efecto en la insuficiencia respiratoria hipoxémica, tanto leve a moderada. También, entrega un flujo de gas adecuadamente calefaccionado y humidificado a través de la faringe nasal, lo que reduce el trabajo metabólico. Además, se ha observado que la CNAF reduce la tasa de intubación y mejora el pronóstico clínico en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda (Arellano, s. f.).

Aunque la ventilación no invasiva (VNI) también podría ser una alternativa de tratamiento en el paciente con falla respiratoria aguda, la CNAF tiene ventajas a considerar (Arellano, s. f.):

1. Genera menos claustrofobia que la VNI, al ser la cánula más pequeña y cómoda que una máscara facial.
2. La VNI es más dependiente del operador y la tolerancia por parte del paciente.
3. La CNAF requiere una instalación y manejo menos complicado que la VNI.
4. El riesgo de dispersión de partículas es mucho mayor en VNI y requiere uso de salas de presión negativa, filtros viro bacterianos de alta eficiencia y minimizar al máximo la posibilidad de fugas, lo cual es prácticamente imposible. Leonard et al., demostró que la dispersión de partículas con CNAF disminuye significativamente al ser utilizada con mascarilla quirúrgica sobre el equipo.

2.8.1 Indicaciones de CNAF

El tratamiento con HFNC se puede seleccionar cuando el dispositivo de oxigenoterapia convencional no puede corregir la hipoxemia y el paciente cumple las siguientes condiciones (Arellano, s. f.):

- No hay indicaciones para intubación traqueal de emergencia, signos vitales relativamente estables; inestabilidad hemodinámica, falla orgánica múltiple o

inconsciencia, etc.

- Evite usar HFNC; para pacientes con disfunción leve de ventilación ($\text{pH} < 7.3$).
- Los pacientes pueden usarse con precaución, pero deben estar preparados para cambiar a ventilación con presión.
- Hipoxemia sin hipercapnia, con $\text{FiO}_2 \geq 40\%$.
- Insuficiencia respiratoria hipoxémica leve o moderada.
- Necesidad progresiva de O_2 en mayores dosis.
- Profiláctica post-extubación
- Inflamación de vía aérea
- Exacerbación de falla cardíaca.

2.8.2 Contraindicaciones de CNAF

Se consideró fracaso de la oxigenoterapia cuando:

- El paciente necesitó ventilación mecánica invasiva en el plazo de una semana desde el inicio del tratamiento con oxígeno
- Falla respiratoria hipercápnica, aunque algunos estudios han demostrado efectos positivos.
- Pacientes retenedores de CO_2 .
- Para la atención del paciente con COVID-19 positivo, se debe utilizar mascarilla (Arellano, s. f.).

2.8.3 Monitorización paciente

Pautas de monitoreo general de pacientes en tratamiento con sistemas de soporte no invasivo. A los 30-60 minutos (o con mayor frecuencia, cuando esté clínicamente indicado) de la implementación de alguno de estos soportes ventilatorios (CNAFO, CPAP o VNI), es necesario REEVALUAR al paciente con el fin de NO DEMORAR la IOT (Vega et al., 2020).

Algunos expertos consideran que el trial de soporte no invasivo puede no puede extenderse más de 6 hrs, reduciendo las evaluaciones a los pacientes que permanece estables. Si el paciente responde, se debe continuar con la observación y el monitoreo cercano durante seis horas más para asegurar que no se produzca ningún deterioro

de su condición clínica, continuando con un monitoreo aún más cuidadoso a partir de entonces, se puede considerar un ensayo de destete de CPAP/NIV a la terapia de oxígeno convencional cuando la $FiO_2 < 40\%$, cuando los pacientes están en monitoreo deben centrarse en la medición regular de la frecuencia respiratoria, el trabajo respiratorio, la SpO_2 , la frecuencia cardíaca, y del sensorio del paciente y la hemodinamia (Vega et al., 2020).

El uso de la toma de muestras de gases en sangre arterial se evaluará de forma individual y según la disponibilidad del centro de atención y la demanda del laboratorio. Se recomienda de manera mandatorio al ingreso del paciente o en pacientes con patología respiratoria crónica tipo 2 agregada. En caso contrario, o para el seguimiento de pacientes estables, se recomienda el seguimiento a través de la SpO_2 (Vega et al., 2020). También para los pacientes estables, podría realizarse un monitoreo simple de SpO_2 durante la marcha, como control evolutivo y predictor de empeoramiento de la enfermedad. Este simple procedimiento puede ser realizado por cualquier personal con menos experiencia o por el propio paciente, dado que en esta categoría de pacientes no reviste riesgos y no es necesario acercarse al paciente infectado (Vega et al., 2020).

En un documento chino publicado en febrero 2020, titulado “Soporte Respiratorio No Invasivo en casos de neumonía por Coronavirus”, se informa una tasa de éxito de la NIV del 54%. También recomiendan evitar la transición de CNAFO hacia VNI, pero SI de CNAFO a IOT, dado que de otra la manera se postergaría innecesariamente la IOT, empeorando el pronóstico del paciente (Vega et al., 2020).

Recordar siempre la clave del éxito del uso de la CPAP/VNI es la tolerancia del paciente predominantemente determinado por el confort con la interfaz utilizada. Se puede considerar la posibilidad de utilizar pequeñas dosis de benzodicepinas u opiáceos para facilitarlo. Recordar en el caso de muchas horas de uso de la máscara, la estrategia de rotación de la interfaz o deben considerarse como una modalidad para dar breves descansos a los pacientes de la CPAP, el uso de CNAFO. Considerar que todas estas formas de soporte no invasivo pueden ser realizadas con el paciente en

posición prono. Algunos pacientes en el periodo muy temprano del COVID comienzan con el desarrollo de atelectasias malignas generando un círculo vicioso de mayores zonas de colapso, mayor hipoxemia y mayor trabajo muscular. Desde el inicio, se puede prevenir que estos pacientes entren dicho círculo vicioso colocándoles rápidamente algún tipo de soporte no invasivo en posición prono (Vega et al., 2020).

Se recomienda una evaluación estricta las primeras dos horas de uso, para determinar el éxito o fracaso del tratamiento. Evaluar (Arellano, s. f.):

- Frecuencia respiratoria.
- SpO₂ (SpO₂ objetivo: 93% - 97%).
- FiO₂ (para lograr SpO₂ objetivo, ojalá $\leq 0,4$).
- Frecuencia cardíaca.

En la tabla 2 se resumen los principales criterios de éxito y falla en la aplicación de la cánula nasal de alto flujo (Arellano, s. f.).

Tabla 2. Principales criterios de éxito y falla en la aplicación de CNAF

Parámetros de buena respuesta a la CNAF	Parámetros de falla
- Disminución de FR bajo 28 - 30 rpm. - Reducción de FiO₂ de al menos 10 puntos. - Disminución de la FC en 20% - Disminución de los signos de apremio respiratorio. - Índice de ROX $\geq 2,85$ a las 2 horas - Score de Estrés Respiratorio de Cabrini ≤ 5 puntos.	- Sin cambios en FC - FR se mantiene o aumenta - El grado de apremio respiratorio no se modifica o aumenta - Persistencia de hipoxemia a pesar de FiO₂ $> 0,5$ - Retención de CO₂ - PaFi < 100 - Deterioro gasométrico - Score de Stress Respiratorio de Cabrini > 5 p

Fuente: tomado de Arellano (s. f.)

2.9 Proceso de retiro de la CNAF

Si los parámetros gasométricos y de mecánica pulmonar van mejorando, se puede ir disminuyendo los parámetros del equipo (Arellano, s. f.):

1. Primero reducir el flujo (de 5 – 10 LPM). Considerar que en los equipos que utilizan un flujo de O₂ externo (por ej. Airvo 2), la disminución del flujo podría generar aumento de la FiO₂ (al ser menos diluido el oxígeno por un flujo menor), en este caso ajustar la FiO₂ al valor programado posterior a la disminución del flujo.
2. Si es bien tolerado, considerar disminución de FiO₂ (si corresponde). Evaluar disminuciones de 5% cada vez.
3. Evaluar por 2 horas mecánica, oxigenación, índice de ROX y CAB-RS Score.
4. Después de 2 horas, evaluar necesidad de seguir disminuyendo parámetros.
5. Con flujo $\leq$ 30 LPM se podría considerar el paso a equipos de oxigenoterapia tradicional.

2.10 Hallazgos

En los estudios descriptivos de China se reporta que de 52 pacientes críticos con COVID-19, el 67 % desarrollaron síndrome de dificultad respiratoria aguda (SDRA), y 33 de ellos (63,5 %) recibieron tratamiento con oxígeno por cánula nasal de alto flujo (CNAF), como soporte de la hipoxemia. La terapia con oxígeno de alto flujo a través de una cánula nasal puede ofrecer una alternativa en pacientes con hipoxemia (Hincapié et al., 2020).

La primera experiencia reportada con TNAF la describieron Wang y cols. Incluyeron 17 sujetos a los cuales aplicaron TNAF como tratamiento de primera línea. De los 17 sujetos con TNAF, 7 (41%) fallaron al tratamiento. Se consideró fallo a la necesidad de escalar el tratamiento a Ventilación mecánica no invasiva (VMNI), donde finalmente 2 pacientes requirieron IOT. La relación P/F en el grupo éxito fue de 209 (179-376) vs 142 (130-188) grupo fracaso ($p= 0,03$) (Pozo et al., 2021).

En Francia, 17 pacientes recibieron TNAF como tratamiento de primera línea, y la utilización de CPAP en caso de no encontrar mejoría en la SpO₂; el 76,46% respondió

al tratamiento y pudieron ser dados de alta con un promedio de 7 días (Pozo et al., 2021).

En Italia también se registró la experiencia del uso de TNAF en pacientes con COVID-19; el estudio demostró un 67,85% de éxito, si bien la población es pequeña (n= 28) los resultados fueron alentadores. Además, no se registraron contagios en el equipo de salud (Pozo et al., 2021).

En EE.UU se presenta un estudio retrospectivo sobre el rol de TNAF en pacientes con IRAH moderada-grave por COVID-19. El objetivo primario de este estudio fue evitar la ventilación mecánica invasiva (VMI); los objetivos secundarios fueron medir mortalidad y mejoría de la relación SaO₂/FiO₂. Los resultados arrojaron que 104 pacientes (23,3%) de 445 ingresados requirieron TNAF. Cuarenta y cinco pacientes requirieron escalonamiento a VMNI o conversión a VMI. Once de los pacientes que requirieron conversión a VMI lograron ser extubados y recibieron TNAF como prevención de fallo y ninguno requirió IOT. Seis de los ocho restantes siguieron tratamiento combinado con VMNI, realizando periodos de descanso con TNAF sin requerimiento de VMI (Pozo et al., 2021).

También unos investigadores realizaron una revisión sistemática y un metaanálisis con los cuales se evaluó la seguridad y eficacia de la CNAF en pacientes con IRAH. No se encontró efecto sobre mortalidad (rr 0,94 ci 0,67 - 1,31), cuando se comparó con la oxigenoterapia convencional en 1647 sujetos se logró demostrar su capacidad de reducir la necesidad de ventilación mecánica (rr 0,85 ci 0,74 - 0,99). La reducción absoluta del riesgo (rar) fue de 4,4 % con nnt de 23. Además, la terapia con CNAF puede reducir la necesidad de escalar la terapia (rr 0,71 ci 0,51 - 0,98). La rar fue de 9,5 % y el nnt, de 11 %. No tuvo efecto sobre la estancia en uci. El efecto de evitar la intubación y VMI fue consistente con estudios anteriores. El hecho de no realizar VMI disminuye el riesgo de infecciones nosocomiales, delirio y enfermedad tromboembólica. Estos desenlaces se asocian a menos costos relacionados con el tratamiento (Hincapié et al., 2020).

En una revisión sistemática y un metaanálisis, que incluyó ensayos clínicos controlados y aleatorizados, comparan la CNAF y la oxigenoterapia convencional (OC) o VMNI en 1084 pacientes, 506 de ellos tratados con CNAF, 208 con VMNI y 370 con oxigenoterapia convencional. La CNAF reduce la necesidad de intubación orotraqueal con una tasa de intubación orotraqueal de 50 % en el grupo de VMNI vs. 20 % en el grupo de CNAF; además de obtener un mayor número de días libres de uso de ventiladores de 28 días. Se encontró disminución de la mortalidad: un 22,2 % en pacientes con VMNI vs. un 5 % en pacientes con CNAF (Hincapié et al., 2020).

Se estudió la eficacia, la seguridad y el resultado de la aplicación inmediata de HFNC en pacientes de unidades de cuidados intensivos (UCI) con ARF hipoxémico sin ninguna limitación temporal de su aplicación. El uso de HFNC se asoció con una reducción significativa de la frecuencia respiratoria, la frecuencia cardíaca, la puntuación de la disnea, la retracción supraclavicular y la asincronía toraco-abdominal y una mejora significativa en la SpO₂. Estas mejoras fueron evidentes en los primeros 15 a 30 minutos después de la aplicación de HFNC y duraron todo el período de estudio sin ningún efecto secundario inesperado (Ortiz, 2019).

En el año 2021, fue realizado un estudio de cohorte retrospectiva (n: 191), con el objetivo de evaluar los factores de riesgo asociados a mortalidad en pacientes hospitalizados por COVID-19 en dos centros de China. El seguimiento de los pacientes fue desde el ingreso hasta el alta hospitalaria o la muerte. En lo que respecta a la TAFCN, 33 de los 41 pacientes que recibieron esta terapia de sostén respiratorio fallecieron. Por otro lado, 24 de los 26 pacientes que recibieron VMNI fallecieron; mientras que, 31 de los 32 pacientes que recibieron ventilación mecánica invasiva fallecieron. Ninguna de estas terapias de sostén respiratorio fue evaluada en el análisis multivariado (Hincapié et al., 2020).

Un estudio de pacientes con IRA secundaria a infecciones por SARS no COVID 19 donde comparaban en pacientes con IRA las tasas de uso de TAFCN vs la necesidad de VMI: Reportaron que, el uso de TAFCN (50 L / min; Fio₂, 100%) vs la VMNI para proporcionar un volumen corriente de 7 a 10 mL / kg, en pacientes con PaO₂ / FIO₂

se asoció a una menor tasa de intubación (50% vs 38%, respectivamente) y tasa de mortalidad (49% vs 30%, respectivamente) (Vega et al., 2020).

Otra revisión publicada en el 2020, mostró que la TAFCN puede reducir el requisito de ventilación mecánica en comparación con oxigenoterapia convencional RR 0,71 (IC 95%: 0,51-0,98) con riesgo potencial de transmisión aérea. Sin embargo, los estudios incluidos no proporcionan información directa de evidencia sobre COVID-19 (Vega et al., 2020).

VII. CONCLUSIONES

1. El uso del sistema de alto flujo es de suma importancia en pacientes con COVID-19 que no cumplan con los requerimientos óptimos, utilizando la cánula nasal convencional, indicando su uso en presencia de hipoxemia sin hipercapnia, ya sea leve o moderada, con la fracción inspirada de oxígeno $FiO_2 > 40\%$, ya que genera menos claustrofobia, proporciona una presión positiva específica y continua al final de la espiración, minimiza la posibilidad de fugas y dispersión de partículas virobacterianas, reduciendo la tasa de intubación y mejora el pronóstico clínico en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda.
2. Los efectos beneficiosos al uso del sistema de alto flujo con cánula nasal son: una menor dilución de oxígeno administrado que no se diluye con el aire del medio ambiente, disminución del espacio muerto con un barrido de CO_2 , generación de presión positiva en la vía aérea (CPAP), favoreciendo la tolerancia de la terapia, aumentando el volumen circulante, mejorando el transporte mucociliar, reduciendo la disnea, mejorando la tolerancia al proceso respiratorio y de la oxigenación.
3. El uso correcto del sistema de alto flujo favorece la disminución a la necesidad de intubación orotraqueal a la primera hora, ya que conlleva la utilización de presión positiva constante y aire humidificado, por lo que favorece a tasas de supervivencia más altas, reduciendo de una menor manera el escalamiento en la oxigenoterapia recomendada en los diferentes escenarios, en pacientes con insuficiencia respiratoria hipoxémica.

4. En la actualidad, se dispone de varios sistemas, como lo son el sistema de alto flujo con mezclador de aire/oxígeno conectado a un humidificador, requiriendo una fuente de aire alternativa; el sistema de turbina con humidificador, que no requiere fuente de aire; y el ventilador convencional con circuito de alto flujo conectado a un humidificador. El uso de los mismos ha aumentado por su concepto de terapia de alto flujo humidificado a través de la cánula nasal.
5. El riesgo del uso prolongado del sistema de alto flujo es que puede provocar inflamación de la vía aérea, necesidad progresiva de O₂ en mayores dosis, presentando casos de hipoxemia con la fracción inspirada de oxígeno FiO₂ >40%, exacerbaciones de falla cardíaca, disfunción notoria, surgimiento de ulceraciones en puntos de apoyo, aumentando el riesgo de infecciones nosocomiales, el tiempo en los servicios como Unidad de Cuidados Intensivos y aumentando costos relacionados con el tratamiento.

VIII. RECOMENDACIONES

1. Al Ministro de Salud Pública y Asistencia Social, elaborar un protocolo sobre la implementación y utilización de la cánula nasal de alto flujo en pacientes con COVID-19, de acuerdo a estándares internacionales, en el que se incluya el manejo correcto de la cánula nasal de alto flujo con humidificadores, el manejo armado del sistema y conocer los diferentes tipos de sistemas de cánula nasal de alto flujo.
2. A los Directores de Hospitales Nacionales, destinar recursos enfocados en la mejora tecnológica y equipar las áreas de emergencia, servicios y cuidados críticos, con los diferentes tipos de cánulas nasales de alto flujo y humidificadores, facilitando el manejo oportuno de los pacientes con COVID-19.
3. A los directores de centros de salud, designar un área específica de urgencia donde se pueda hacer un diagnóstico oportuno a los pacientes con COVID-19, manejo de referencia y seguimiento a los casos positivos, para evitar complicaciones de demora en el uso del sistema de alto flujo requerido.
4. Al personal de Anestesia, Medicina Interna y personal de enfermería en Cuidados Críticos, ser pertinente al elegir el manejo del sistema de la cánula nasal de alto flujo adecuado, para mejorar el abordaje de los pacientes con COVID-19, dar un buen plan educacional, medidas sanitarias estrictas y así disminuir la alta mortalidad.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arellano S, D. (s. f.). *Guía recomendaciones uso cánula nasal de alto flujo (CNAF) en pacientes COVID-19*. Sociedad Chilena de Medicina Intensiva, División de Kinesiología Intensiva. https://www.medicina-intensiva.cl/site/covid/guias/Canula_Nasal_Alto_Flujo.pdf
- Belenguer Muncharaz, A. y Hernández Garcés, H. (2021). Fracaso de la ventilación no invasiva tras empleo de oxigenoterapia de alto flujo en pacientes con neumonía por SARS-CoV-2. *Medicina Intensiva*, 45(Issue 8), e37-e39. <https://doi.org/10.1016/j.medin.2020.06.012>
- Chowdhury, S. D. y Oommen, A. M. (2020). Epidemiology of COVID-19. *Journal of Digestive Endoscopy*, 11(1), 3-7. <https://doi.org/10.1055/s-0040-1712187> 
- Colaïanni Alfonso, N. y Castro Sayat, M. (2020). Terapia nasal de alto flujo en la insuficiencia respiratoria aguda hipoxémica por SARS-CoV-2. *Revista de Patología Respiratoria*, 23(3), 99-107. https://www.revistadepatologiasrespiratoria.org/descargas/PR_23-3_99-107.pdf
- Colaïanni-Alfonso, N., Montiel, G., Toledo, A., Castro-Sayat, M. y Herrera, F. (2021). Rol de la cánula nasal de alto-flujo en contexto del COVID-19: revisión clínica. *Revista Respirar*, 13, 187-193. <https://respirar.alatorax.org/index.php/respirar/article/view/92/50>
- Cruz Mosquera, F. E., Naranjo Rojas, A. y Moreno Reyes, S. P. (2020). Cánula nasal de alto flujo en pacientes con COVID-19: evidencia 120 días después del inicio de la pandemia. *Anales de la Facultad de Medicina*, 81(3). http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832020000300365

- García, S. Y., Cruz, M. B., Ortiz, L. F. y Torres Adalid, J.D. (2020). Medidas de protección alveolar en pacientes con COVID-19. *Revista Medicina Crítica*, 34(6), 341-348. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=98164>
- Gianstefani, A., Farina, G., Salvatore, V., Alvau, F., Artesiani, M. L., Bonfatti, S., Campinoti, F., Caramella, I., Ciordinik, M., Lorusso, A., Nanni, S., Nizza, D., Nava, S. y Giostra, F. (2021). Role of ROX index in the first assessment of COVID-19 patients in the emergency department. *Internal and Emergency Medicine*, 16, 1959-1965. <https://doi.org/10.1007/s11739-021-02675-2>
- Gobern García, T. L. (2021). *Circular jefatura no. TLGG-40-2021: actualización guía de vigilancia epidemiológica por COVID-19 al 29 de noviembre de 2021*. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. <http://epidemiologia.mspas.gob.gt/phocadownloadpap/NuevoCoronavirus2019-nCoV/guia-vigilancia-29-nov-2021.pdf> 
- Gobern García, T. L. (2022). *Circular jefatura no. TLGG-004-2022: actualización guía de vigilancia epidemiológica por COVID-19 al 18 de febrero de 2022*. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. <http://epidemiologia.mspas.gob.gt/informacion/coronavirus-2019-ncov/descargas-coronavirus-covid-19?download=147:guia-epidemiologica-por-covid-19-actualizada-al-18-de-febrero-de-2022>
- Hincapié Díaz, G. A., Echeverría González, C. L., & Enciso Bahamón, L. F. (2020). Usos de la cánula nasal de alto flujo para pacientes con covid-19: ¿cómo funciona, cuáles son sus indicaciones? ¿es segura en los pacientes con insuficiencia respiratoria aguda hipoxémica?. *Revista Med*, 28(2), 25-34. <https://doi.org/10.18359/rmed.5101>

Mengarelli, C., García Marti, S., Alfie, V., Ciapponi, A., Bardach, A., Augustovski, F., Alcaraz, A., Pichón-Rivière, A. (2021). *Soporte respiratorio no invasivo mecánico en pacientes COVID-19*: Instituto de Efectividad Clínica y Sanitaria. <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2021/12/1349102/iecs-irr-837-final.pdf>

Organización Mundial de la Salud. (2020a). *Manejo clínico de la COVID-19: orientaciones provisionales*. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/332638/WHO-2019-nCoV-clinical-2020.5-spa.pdf>

Organización Mundial de la Salud. (2020b). *Pruebas diagnósticas para el SARS-CoV-2, orientaciones provisionales*. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/335830/WHO-2019-nCoV-laboratory-2020.6-spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Organización Mundial de la Salud. (2021). *Manejo clínico de la COVID-19: orientaciones evolutivas*. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/340629/WHO-2019-nCoV-clinical-2021.1-spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud. (2021a). *Actualización epidemiológica enfermedad por coronavirus (COVID-19): 21 de agosto de 2021*. https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/54717/EpiUpdate21August2021_spa.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Organización Panamericana de la Salud y Organización Mundial de la Salud. (2021b). *Actualización epidemiológica enfermedad por coronavirus (COVID-19): 2 de diciembre de 2021*. https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/55322/EpiUpdate2Dec2021_spa.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Ortiz, R. (2019). Cánula nasal de alto flujo: revisión sistemática. *Revista Medicina Clínica y Social*, 3(2), 50-57. <https://doi.org/10.52379/mcs.v3i2.87>

- Parasher, A. (2021). COVID-19: current understanding of its pathophysiology, clinical presentation and treatment. *Postgraduate Medical Journal*, 97(Issue 1147), 312-320. <https://doi.org/10.1136/postgradmedj-2020-138577>
- Plotnikow, G. A., Vasquez, D., Pratto, R. y Carreras, L. (2018). Oxigenoterapia a alto flujo con cánula nasal en el tratamiento de la falla respiratoria aguda hipoxémica en una paciente embarazada: reporte de un caso. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, 30(4)508-511. <https://www.scielo.br/rbti/a/NgsFjdJgfVchGR9DLJbgHqp/?lang=es>
- Pozo Rivadeneria, T. K., Matute Solís, M. F., Moreno Castro, F. I. y Castillo Olvera, J. A. (2021). Oxigenoterapia a alto flujo en COVID-19. *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*, 5(2). <https://recimundo.com/index.php/es/article/view/1032> 
- Rashedi, J., Mahdavi Poor, B., Asgharzadeh, V., Pourostadi, M., Samadi Kafil, H., Vegari, A., Tayebi-khosroshahi, H. y Asgharzadeh, M. (2020). Risk factors for COVID-19. *Le Infezioni in Medicina*, 28(4), 469-474. https://www.infezmed.it/media/journal/Vol_28_4_2020_2.pdf
- Vega, M. L., Siroti, C., Montiel, G., Toledo, A., Franceschini, C., Martínez Fraga, A., Vargas Ramírez, L., Carrillo, J. L., Torres Fraga, M., Nava, S. y Díaz Lobato, S. (2020). Recomendaciones para el manejo no invasivo e invasivo de la insuficiencia respiratoria hipoxémica de novo COVID-19. *Revista Americana de Medicina Respiratoria*, 20(Supl. 1), 68-96. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/esSiqueira/biblio-1127973>
- Wiersinga, W. J., Rhodes, A., Cheng, A. C., Peacock, S.J. y Prescott, H. C. (2020). Pathophysiology, transmission, diagnosis, and treatment of coronavirus disease 2019 (COVID-19): a review. *Journal of the American Medical Association*, 324(8), 782-793. <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/2768391>

Zaboli, A., Ausserhofer, D., Pfeifer, N., Sibilio, S., Tezza, G., Ciccariello, L., y Turcato, G. (2021). The ROX index can be a useful tool for the triage evaluation of COVID-19 patients with dyspnoea. *The Journal of Advanced Nursing*, 77(Issue 8), 3361-3369. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jan.14848>

