

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**VENTILACIÓN MECÁNICA NO INVASIVA Y CÁNULA DE ALTO FLUJO EN ADULTO
MAYOR HOSPITALIZADO. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y PROPUESTA DE PROTOCOLO**

*Revisión sometida a consideración de la Comisión del Programa de Estudios de Posgrado en
Especialidades Médicas para optar al grado y título de Médico Especialista en Geriátrica y Gerontología*

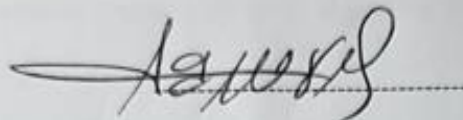
DR. OLMAN JOSÉ AGUIRRE JAÉN

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, Costa Rica

2021

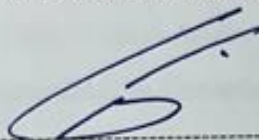
I

Este trabajo final de graduación fue aceptado por la subcomisión de la especialidad en Geriatria y Gerontología del programa de postgrado en Especialidades Médicas de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar al grado y título de Especialista en Geriatria y Gerontología



Dr. Daniel Valerio Aguilar

Coordinador de la Especialidad en Geriatria y Gerontología



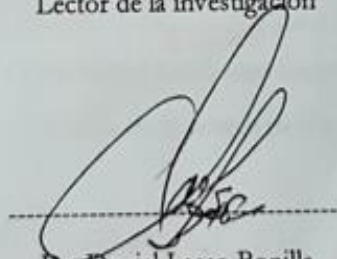
Dr. Fabian Madrigal Leer

Tutor de la investigación



Dr. Gustavo Leandro Astorga

Lector de la investigación



Dr. Daniel Lasso Bonilla

Lector de la investigación



Dr. Olman Aguirre Jaén

Candidato

CARTA DE REVISIÓN FILOLÓGICA

San José, 16 agosto 2021

Señores
Universidad de Costa Rica
Sistema de Estudios de Posgrado
Presente

Estimados señores:

Por este medio yo, Jorge Alfonso Arias Vega, mayor, casado, profesor de Español, incorporado al Colegio de Licenciados y Profesores en Ciencias, Artes, Letras y Filosofía, carné 10018, vecino de Ipís, portador de la cédula de identidad 2-300-831, hago constar:

- 1- Que he revisado el Proyecto de Graduación para optar por el grado y título de especialista en Geriatria y Gerontología, titulado: **"Ventilación mecánica no invasiva y cánula de alto flujo en adulto mayor hospitalizado"** del estudiante Olman José Aguirre Jaén.
- 2- Que se le han hecho las correcciones pertinentes en acentuación, ortografía, puntuación, concordancia gramatical y otras del campo filológico.

En espera de que mi participación satisfaga los requerimientos de la Universidad, se suscribe atentamente



Lic. Jorge Alfonso Arias Vega

Licenciado en Filología Española

Carné 10018



Dedicatoria

A mis padres

Que durante toda mi vida su amor y enseñanzas son lo que me han motivado a tratar de mejorar como persona cada día y sin su apoyo nunca habría logrado superarme

A mi hermana

Porque siempre me ha apoyado y dado consejo y gracias a ella fue que escogí esta profesión y desde pequeño siempre fue mi gran ejemplo a seguir

A mi tía Deya, Sofía, Anita y Gilbert

Quienes me recibieron en su hogar y me trataron como un hijo o un hermano y siempre me han brindado su apoyo incondicional

Agradecimientos

A Dios por guiarme durante toda mi vida en las decisiones que he tomado y darme la fuerza y la salud para alcanzar mis metas

Agradezco a mis compañeros de residencia, que me acompañaron durante esta etapa de mi vida, por todo lo que compartimos porque son un ejemplo de grandes profesionales de quienes tengo la dicha de tener como colegas

A Anita, Meli y Leo con quienes tengo recuerdos inolvidables desde que empezamos la residencia en el San Juan y son de las bendiciones más grandes que tuve durante la residencia

A mis profesores de postgrado que me han enseñado y servido como ejemplo para aspirar a ser un buen geriatra y una mejor persona. En especial a mi tutor y lectores por tomar de su tiempo y ayudarme en la realización de este trabajo

Índice general

Contenido

Dedicatoria.....	3
Agradecimientos	4
Índice general	5
Resumen en español.....	9
Abstract	10
Lista de Cuadros	11
Lista de Figuras.....	11
Lista de Abreviaturas	12
Pregunta de Investigación: ¿Cuál es la evidencia científica actual sobre el uso de ventilación mecánica no invasiva y cánula de alto flujo en adultos mayores?	1
Objetivo General: Revisar las recomendaciones actuales sobre el uso de ventilación mecánica no invasiva y cánula de alto flujo en pacientes adultos mayores	1
Objetivos específicos:.....	1
-Mencionar las indicaciones y contraindicaciones sobre el uso de la ventilación mecánica no invasiva y cánula de alto flujo en la población adulta mayor.....	1
- Identificar las posibles complicaciones y el pronóstico en los pacientes adultos mayores que se les brinda ventilación mecánica no invasiva y/o cánula de alto flujo	1
- Actualizar el protocolo para uso de dispositivos de oxigenación y ventilación no invasiva para el Hospital Nacional de Geriatría y Gerontología	1

Capítulo I: Propósito de la revisión.....	2
Justificación	2
Introducción.....	3
Capítulo II: Marco Teórico	4
Ventilación Mecánica No Invasiva	4
Parámetros más utilizados y modos ventilatorios	4
Consideraciones fisiológicas.....	7
Generalidades	8
Cánula de alto flujo.....	10
Consideraciones fisiológicas.....	10
Metodología.....	12
Capítulo III: Aplicación clínica actual	12
Ventilación Mecánica No Invasiva	12
Uso en Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC)	13
Uso en Edema pulmonar Cardiogénico	16
Uso en crisis asmática.....	17
Uso en proceso de deshabitación de ventilación invasiva	17
Uso en falla respiratoria de novo	18
Uso en pacientes inmunocomprometidos	20
Uso en pacientes postquirúrgicos.....	21

Fragilidad en VNI	21
Uso en cuidados paliativos	23
Ventilación no invasiva en manejo de pacientes con enfermedades neuromusculares	24
Ventilación no invasiva en pacientes con síndrome de hipoventilación y obesidad	24
Cánula de alto flujo.....	25
Cánula de alto flujo en falla respiratoria hipoxémica.....	25
Cánula de alto flujo en pacientes post extubación	27
Cánula de alto flujo en pacientes inmunocomprometidos.....	27
Uso en falla respiratoria hipercápnica.....	28
Cánula de alto flujo en pacientes de cuidado paliativo	29
Ventilación no invasiva y Cánula de Alto flujo en pacientes con covid 19	30
Ventilación no invasiva	30
Cánula de alto flujo.....	31
Capítulo IV: Complicaciones y predictores de Fallo en Ventilación Mecánica no Invasiva y cánula de alto flujo	32
Contraindicaciones y predictores de fallo en ventilación mecánica no invasiva	32
Contraindicaciones	32
Predictores de fallo	36
Complicaciones con VNI.....	39
Contraindicaciones y predictores de fallo para cánula de alto flujo	41

Capítulo V: Propuesta para protocolo para uso de Ventilación mecánica no invasiva y Cánula de Alto flujo en Hospital Nacional de Geriátría y Gerontología	42
1- Abordaje Inicial	42
2- Criterios de inclusión para pacientes con terapia con VNI y CAF	46
3-Inicio de terapia de soporte con CAF o VNI	48
4- Mantenimiento de terapia.....	56
5-Finalizacion de Ventilación no Invasiva y CAF	58
Conclusiones	63
Bibliografía.....	64

Resumen en español

La ventilación mecánica no invasiva y la terapia con cánula de alto flujo son dos terapias que permiten dar apoyo al paciente en situaciones de falla respiratoria aguda, se hace una revisión sobre las diferentes indicaciones y contraindicaciones que existen actualmente para su uso en la literatura.

La ventilación no invasiva tiene mayor evidencia clínica en falla respiratoria hipercápnica donde se ha visto que su uso disminuye la mortalidad y la necesidad de intubación de los pacientes, también se ha visto eficacia en edema pulmonar cardiogénico. Mientras en otras condiciones como insuficiencia hipoxémica o inmunocompromiso los resultados son más heterogéneos por lo que se debe utilizar con precaución.

En la terapia con cánula de alto flujo con pacientes con falla hipoxémica se ha visto un mejor resultado para evitar la ventilación mecánica que en pacientes con ventilación no invasiva, en otras condiciones (a excepción de exacerbación hipercápnica o edema pulmonar cardiogénico) se ha observado que es una alternativa válida en pacientes que tienen contraindicación de ventilación no invasiva o no la toleran

Con la información de esta revisión bibliográfica se plantea un protocolo para el uso de estos dispositivos en el Hospital Nacional de Geriatria y Gerontología que sirva de guía para el personal de salud que labora en este centro atendiendo diferentes situaciones relacionadas.

Abstract

Non-invasive mechanical ventilation and high-flow cannula therapy are two treatments that allow give support to the patient in situations of acute respiratory failure, a review of the literature was made about the different indications and contraindications that currently exist for their use.

Non-invasive ventilation has greater clinical evidence in hypercapnic respiratory failure where its use has been seen to reduce mortality and the need for intubation of patients, its effectiveness has also been seen in cardiogenic pulmonary edema, while in other conditions such as hypoxemic respiratory insufficiency or immunocompromise, the results are more heterogeneous, so it should be used with caution.

In high-flow cannula therapy for patients with hypoxemic respiratory failure, a better result has been seen to avoid mechanical ventilation than in patients with non-invasive ventilation, in other conditions (except for hypercapnic exacerbation or cardiogenic pulmonary edema) it has been observed that is a valid alternative for patients who have contraindication to non-invasive ventilation or who do not tolerate it.

With the information from this bibliographic review, a protocol is proposed for the use of these devices in the National Hospital of Geriatrics and Gerontology that serves as a guide for the health personnel who work in this center attending to different related situations.

Lista de Cuadros

Cuadro 1	Contraindicaciones para el uso de la Ventilación Mecánica no invasiva.....	33
Cuadro 2	Factores de riesgo para fallo de VNI.....	37
Cuadro 3	Complicaciones menores con VNI y posibles soluciones	40
Cuadro 4	Criterios clínicos de falla respiratoria aguda	45
Cuadro 5	Indicaciones para VMI.....	46
Cuadro 6	Indicaciones para VNI en falla respiratoria aguda	47
Cuadro 7	Indicaciones para uso de cánula de alto flujo	48
Cuadro 8	Problemas técnicos y soluciones para VNI	57

Lista de Figuras

Figura 1	Puntaje HACOR para predicción de falla en VNI.....	38
Figura 2	Metas de manejo de pacientes con falla respiratoria aguda	44
Figura 3	Falla hipoxémica en pacientes sin diagnóstico o gasometría	51
Figura 4	Falla ventilatoria en paciente con diagnóstico por gasometría	52
Figura 5	Broncoespasmo severo/alteración del patrón de ventilación.....	54
Figura 6	Hipoxemia en paciente con diagnóstico por gasometría	55

Lista de Abreviaturas

AM: adultos mayores

BIPAP: ventilación con dos niveles de presión

CAF: cánula de alto flujo

CO₂: dióxido de carbono

CPAP: presión positiva continua en la vía aérea

ECCO₂R: remoción extracorpórea de CO₂

ECMO: oxigenación por membrana extracorpórea

EPAP: presión espiratoria de la vía aérea

EPOC: enfermedad pulmonar obstructiva crónica

FiO₂: fracción inspirada de oxígeno

HNGG: Hospital Nacional de Geriatría y Gerontología

ICC: insuficiencia cardíaca congestiva

IPAP: presión Inspiratoria de la vía aérea

IRA: insuficiencia respiratoria aguda

O₂: oxígeno

PCO₂: presión parcial de dióxido de carbono

PEEP: presión positiva al final de la espiración

PS: presión de soporte

PSV: ventilación presión soporte

SDRA: síndrome de distrés respiratorio agudo

SpO₂: saturación de oxígeno

VIH: virus de inmunodeficiencia humana

VNI: ventilación no invasiva

VMI: ventilación mecánica invasiva

Ventilación Mecánica no invasiva y cánula de alto flujo en adulto mayor hospitalizado. Revisión bibliográfica y propuesta de protocolo

Pregunta de Investigación: ¿Cuál es la evidencia científica actual sobre el uso de ventilación mecánica no invasiva y cánula de alto flujo en adultos mayores?

Objetivo General: Revisar las recomendaciones actuales sobre el uso de ventilación mecánica no invasiva y cánula de alto flujo en pacientes adultos mayores

Objetivos específicos:

- Mencionar las indicaciones y contraindicaciones sobre el uso de la ventilación mecánica no invasiva y cánula de alto flujo en la población adulta mayor
- Identificar las posibles complicaciones y el pronóstico en los pacientes adultos mayores que se les brinda ventilación mecánica no invasiva y/o cánula de alto flujo
- Actualizar el Protocolo para uso de dispositivos de oxigenación y ventilación no invasiva para el Hospital Nacional de Geriatria y Gerontología

Capítulo I: Propósito de la revisión

Justificación

Este tema es de relevancia para la práctica clínica de Geriatria ya que, con el avance de la medicina en el manejo de distintas patologías, aumenta la prevalencia de enfermedades crónicas en adultos mayores sobre todo a nivel cardiaco y pulmonar que en condiciones determinadas se podrían beneficiar del uso de la Ventilación No Invasiva (VNI).

Durante mi práctica clínica en el HNGG en distintas ocasiones he tenido la oportunidad de utilizar esta opción terapéutica para el manejo de complicaciones en pacientes con alguna condición predisponente para insuficiencia respiratoria, observando en términos generales resultados favorables.

Sin embargo, también he notado que en ocasiones no se tiene un criterio claro sobre el tipo de paciente que puede verse beneficiado de este tipo de terapia, lo cual puede llevar al retraso de su implementación o por el contrario su utilización en pacientes que no tienen indicación ocasionando por consiguiente falla en la evolución del paciente.

Por lo anterior me parece importante establecer un protocolo claro que sea de distribución general para el hospital para optimizar el uso de esta terapia en nuestros pacientes y así maximizar su beneficio y reducir las complicaciones.

El enfoque geriátrico radica en que es en nuestra población de adultos mayores donde se puede encontrar mayor presencia de comorbilidades y escenarios clínicos que pueden aumentar la complejidad en la toma de decisiones para el uso de la VNI, por lo cual se debe tener claro la fisiología y el mecanismo como actúa para poder hacer un manejo más crítico del paciente.

Además, en pacientes en condiciones de deterioro funcional y/o cognitivo se debe tomar en cuenta la evidencia que señala su impacto en calidad de vida y pronóstico, por lo que una revisión de este tema ayudará a esclarecer dudas sobre el manejo con VNI sobre este tipo de pacientes.

Introducción

En las últimas décadas VNI ha tenido mayor impacto como terapia de soporte en pacientes con falla respiratoria aguda y se ha visto su eficacia en determinadas patologías de las cuales los adultos mayores presentan alta incidencia.(Pulliam & Pritts, 2019)

Durante los últimos 40 años, con el apoyo de la evidencia científica y la experiencia clínica, la VNI se ha convertido en una primera línea de tratamiento en la atención en el manejo de la insuficiencia respiratoria aguda por EPOC, edema pulmonar cardiogénico, y prevención del fracaso de extubación en pacientes de alto riesgo.(Pulliam & Pritts, 2019)

El uso de la terapia no invasiva ayuda a preservar la fisiología de la vía aérea, además previene de complicaciones propias de la ventilación invasiva como daño en la tráquea y barotrauma a nivel alveolar. Además, dado que se conserva el estado de alerta del paciente, también ayuda a prevenir el delirio. (Grieco et al., 2021)

Dentro de los beneficios mostrados en estas condiciones también existen otros aspectos a tomar en cuenta cuando este tipo de terapia es utilizada en adulto mayor (AM) por ejemplo que dada su naturaleza menos invasiva también puede jugar un papel en el manejo de pacientes con condiciones paliativas. (Sullivan et al., 2021)

Sin embargo, como toda intervención médica no deja de tener sus riesgos y posibles complicaciones en caso de no utilizarse de forma adecuada, de no tener claros los objetivos para lo cual se utiliza y a cuáles pacientes se les debería ofrecer esta terapia por lo que en esta revisión además de explorar las distintas terapias disponibles se abordarán los escenarios en que debería ser utilizada (Sullivan et al., 2021)

Capítulo II: Marco Teórico

Ventilación Mecánica No Invasiva

La VNI es la administración de ventilación mecánica sin una vía aérea artificial, consiste en una modalidad de apoyo a la respiración espontánea del paciente de forma que se pueda optimizar la ventilación alveolar. Se aplica con una interfase (mascarilla o escafandra) con el objetivo de disminuir el trabajo respiratorio y optimizar el intercambio gaseoso. (Jiménez Murillo & Montero Pérez, 2018)

Sobre este dispositivo es importante primero tener claro los diferentes modos ventilatorios que se utilizan en la actualidad y cómo funcionan. En el libro de texto (Jiménez Murillo & Montero Pérez, 2018) se hace un resumen sobre los mismos los cuales serán expuestos a continuación además de los parámetros que debemos considerar al iniciar la terapia.

Parámetros más utilizados y modos ventilatorios

Presión Inspiratoria de la vía aérea (IPAP): es el nivel de presión positiva que se va a alcanzar en la vía aérea durante la fase inspiratoria. Con ella se establece la presión de soporte que es la presión inspiratoria menos la presión espiratoria. (Jiménez Murillo & Montero Pérez, 2018)

Presión espiratoria de la vía aérea (EPAP): es la presión que se obtiene durante la fase espiratoria. En pacientes con obstrucción contrarresta la presión al final de la respiración intrínseca con lo que se disminuye el esfuerzo inspiratorio. (Jiménez Murillo & Montero Pérez, 2018)

Presión positiva al final de la espiración (PEEP): se utiliza para prevenir el colapso alveolar al final de la ventilación manteniendo una presión positiva durante la fase espiratoria. (Jiménez Murillo & Montero Pérez, 2018)

Ventilación con dos niveles de presión (BIPAP): Es una modalidad de ventilación con presión positiva, de manera que el respirador aporta una mezcla de gas (aire y oxígeno) a una determinada presión en la inspiración, y a menor presión durante la espiración. (Jiménez Murillo & Montero Pérez, 2018)

Presión de soporte (PS): corresponde a la diferencia de presión que existe entre la IPAP y la EPAP. Es la responsable del volumen corriente del paciente. (Ferrero, n.d.)

Modalidad de presión positiva continua (CPAP): consiste en aplicar en la vía aérea, una presión continua superior a la presión atmosférica, sobre la que el paciente respira espontáneamente. En esta modalidad se aporta al paciente la misma presión en la inspiración (IPAP) que durante la espiración (EPAP) se trata de un modo espontáneo. (Jiménez Murillo & Montero Pérez, 2018)

En CPAP Como su nombre lo indica aporta un nivel de presión constante durante todo el ciclo respiratorio, sin embargo, la modalidad BIPAP se puede modificar para que haya un nivel de presión soporte durante la inspiración y otro durante la espiración. Estos mecanismos se pueden utilizar en paciente con características distintas sin embargo no existen muchos estudios que comparen una modalidad con otra. (Carlson & Wang, 2020)

Dado que en CPAP es un modo espontáneo que se controla por presión y es ciclada por el paciente, la frecuencia respiratoria, el volumen corriente y por consiguiente la ventilación alveolar puede variar en tiempo ya que depende del patrón respiratorio del paciente. (Ferrero, n.d.)

La modalidad de Presión de Soporte (PSV): es una forma de ventilación asistida, en la que el paciente dispara el ventilador en cada respiración, con la presión soporte que se establezca y que durara durante todo el ciclo inspiratorio del paciente. A diferencia de la IPAP que acaba al llegar a cierta presión lo que puede acortar el ciclo inspiratorio, la PSV es ciclada por flujo

permitiendo al paciente regular su tiempo inspiratorio, tiempo espiratorio, flujo inspiratorio, volumen corriente y volumen minuto. Esto genera mayor **confort** y menor trabajo respiratorio.(Ferrero, n.d.)

La PSV combinada con PEEP, es la modalidad más corrientemente usada en la aplicación de VNI, principalmente durante la insuficiencia respiratoria hipercápnica de pacientes con EPOC. (Ferrero, n.d.)

Frecuencia respiratoria de rescate: es la frecuencia respiratoria a la que el ventilador se puede ajustar para que en caso de que la frecuencia del paciente sea menor el ventilador active la respiración. Funciona como mecanismo de seguridad en caso de apnea. (Jiménez Murillo & Montero Pérez, 2018)

Trigger inspiratorio o gatillo: cuando el ventilador sensa un cambio de flujo o de presión en la vía aérea por el esfuerzo respiratorio del paciente, al alcanzar el gatillo el ventilador inicia el soporte respiratorio. Actualmente la mayoría de los ventiladores presentan gatillos regulados por flujo. (Jiménez Murillo & Montero Pérez, 2018)

Ventiladores más modernos incluyen otros modos ventilatorios como la presión de soporte con volumen promedio asegurado (AVAPS en inglés) que a diferencia de otros modos se ha visto que ayuda a mejorar rápidamente la encefalopatía por hipercapnia sin embargo no se observó cambios en la mortalidad con el uso del mismo. (Chawla et al., 2020)

Otro modo ventilatorio novedoso es la ventilación proporcionalmente asistida (PAV) que brinda ventilación de forma proporcional al esfuerzo que genere el paciente sin embargo no se ha encontrado diferencia en los desenlaces en comparación a la presión soporte. (Chawla et al., 2020)

En la ventilación no invasiva el ventilador detecta el esfuerzo del paciente para iniciar la respiración, mediante el gatillo (usualmente se usa el cambio de flujo en la vía aérea) y se sincroniza con el paciente. Por tanto, cada ciclo respiratorio es disparado por la inspiración del paciente y asistido por el ventilador.(Jiménez Murillo & Montero Pérez, 2018)

Al inicio se da un aporte de flujo elevado para alcanzar rápidamente la presión inspiratoria programada, ese flujo disminuye progresivamente tratando de mantener la IPAP constante. Al disminuir el flujo por debajo de un umbral determinado (usualmente cuando se llega al 25% del flujo inicial) inicia la fase espiratoria. (Jiménez Murillo & Montero Pérez, 2018)

La VNI se puede entregar en 2 interfases, la mascarilla facial y la escafandra. La mascarilla facial es la más utilizada y hay 2 tipos: la mascarilla completa y la oronasal. Estas pueden ser intercambiables entre sí. A diferencia de estas la escafandra tiene la ventaja de que presenta menos fuga de aire por lo que se pueden administrar PEEP más altos, en estos se puede administrar presión soporte de 10-14 cmh₂O y PEEP de 10-12 cmh₂O. (Grieco et al., 2021)

Consideraciones fisiológicas

Aunque a menudo proporciona los mismos beneficios fisiológicos con respecto al esfuerzo inspiratorio y al intercambio de gases, la VNI ofrece varias ventajas importantes sobre la ventilación mecánica invasiva (VMI): mayor comodidad, disminución de la necesidad de analgésicos y/o medicamentos sedantes; una aplicación y eliminación más fácil de la interfaz que con un tubo endotraqueal y capacidad preservada para toser, tragar y comunicarse verbalmente. (Jaber et al., 2017)

Es más, dado que la VNI interfiere mínimamente con la protección de las vías respiratorias y mecanismos de defensa, el riesgo de neumonía asociada al ventilador y otras complicaciones infecciosas se reduce, lo cual hace que esta técnica sea particularmente atractiva para pacientes inmunodeprimidos y vulnerables. (Jaber et al., 2017)

Sin embargo, la VNI no es adecuada para todos los pacientes y tiene ciertas contraindicaciones que se deben tomar en cuenta, por ejemplo, pacientes que requieren reanimación cardiorrespiratoria o que están hemodinámicamente inestables, no pueden proteger la vía aérea o controlar las secreciones o requieren altos niveles de presión en las mismas. La VNI tampoco es apropiada para quienes manifiestan agitación, falta de cooperación o coma no hipercápnic. (Jaber et al., 2017)

La VNI también debería limitarse si el paciente presenta fatiga de músculos respiratorios, deterioro de acidosis respiratoria a pesar de la terapia, deterioro del estado de conciencia o hipoxemia refractaria, esto porque son indicaciones claras para el uso de ventilación mecánica invasiva y retrasarla puede aumentar la mortalidad del paciente. (Bates, 2020)

La VNI ayuda al paciente mejorando la distensibilidad pulmonar, ayudando a reclutar los alveolos colapsados, de esta manera se mejora los desajustes ventilación-perfusión. También ayuda al edema pulmonar ya que aumenta la presión intratorácica como la hidrostática permitiendo que el líquido vaya hacia la vasculatura pulmonar. (Carlson & Wang, 2020)

De la misma forma también ofrece mejoría a la función cardíaca ya que el aumento de la presión intratorácica puede disminuir el retorno venoso, por consiguiente, la disminución la presión intramural y la postcarga. Otro beneficio es el aumento del volumen tidal lo que lleva a un aumento en los niveles de PO₂ y una disminución en el PCO₂. (Carlson & Wang, 2020)

Generalidades

Antes de iniciar la terapia con VNI se debe explicar al paciente lo que se le va a realizar, según la situación tomar en cuenta voluntades anticipadas y el deseo del paciente en caso de que pueda tomar la decisión y de la familia. (Jiménez Murillo & Montero Pérez, 2018)

Se debe contar con el personal capacitado y espacio físico que permita una adecuada monitorización del paciente. Además, se debe contar con la capacidad de ofrecer VMI en caso de fallo de la terapia, también tomar en cuenta que el paciente debe tener respiración espontánea, estado de alerta suficiente para que colabore y siga indicaciones sin estar muy ansioso y capacidad para toser y expectorar (Jiménez Murillo & Montero Pérez, 2018)

Al iniciar la terapia con VNI se debe escoger una interfaz que permita comodidad al paciente y al mismo tiempo que ofrezca un sello hermético adecuado, se debe configurar el modo según la condición del paciente con una presión soporte inicial para CPAP de 5 a 15 cmH₂O y para el modo BIPAP con presión durante la inspiración ajustado a 8 a 10 cmH₂O y presión positiva espiratoria en las vías respiratorias ajustada a 3 a 5 cmH₂O. Inicialmente se

ofrece el FiO₂ necesario para conseguir una saturación de oxígeno de 88-92%. (Carlson & Wang, 2020)

Se debe tener cuidado al subir la presión inspiratoria de soporte sobre todo por niveles por encima de 15 cmH₂O ya que el aumento progresivo de la presión intratorácica puede terminar comprometiendo el retorno venoso de tal forma que disminuya la poscarga y la precarga lo cual terminaría por disminuir el gasto cardíaco y comprometer la estabilidad del paciente. (Carlson & Wang, 2020)

Una vez iniciada la VNI se debe monitorizar al paciente de forma continua vigilando parámetros vitales como frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, presión arterial y saturación de oxígeno. Los gases arteriales si bien son de ayuda sobre todo al inicio de la terapia no son el único parámetro que debemos seguir para valorar la respuesta a la terapia. (Carlson & Wang, 2020)

En caso de un paciente con indicación para VNI que no la esté tolerando se debe buscar primero una fuga de aire, debido a la configuración de la máquina una fuga evitaría que la misma llegue a un flujo adecuado para alcanzar la presión establecida, lo que hace que el tiempo inspiratorio se prolongue siendo incómodo para el paciente. En caso de no lograr tolerancia se debe considerar la ventilación invasiva sin retraso. (Carlson & Wang, 2020)

El resultado de la VNI depende de las características del paciente, es decir, la etiología, la gravedad y la reversibilidad de la insuficiencia respiratoria aguda (IRA) además de sus comorbilidades. El éxito a menudo depende también de factores de logística, como la ubicación de tratamiento y experiencia del equipo, así como en características técnicas relacionadas con ventiladores e interfaces. (Jaber et al., 2017)

Cánula de alto flujo

La cánula de alto flujo (CAF) es un dispositivo que libera oxígeno humidificado y calentado con un flujo de hasta 60 L/min. Se diseñó inicialmente para uso en neonatos donde existía la preocupación por los daños que pudieran ocurrir por la presión positiva en la vía aérea además de las lesiones que podrían ocurrir en la piel con la tensión de la interfaz en VNI. Sin embargo, su uso se ha extendido a la población adulta y actualmente constituye una opción de manejo en pacientes con falla respiratoria aguda. (Helviz & Einav, 2018)

Ofrece una opción para aquellos pacientes con insuficiencia respiratoria no hipercápnica para evitar la intubación. (Jiménez Murillo & Montero Pérez, 2018)

La terapia CAF permite la modificación de 2 variables: la concentración a la que se entrega el oxígeno y el flujo al que se administra el mismo. Se pueden administrar en rangos que van de 0.21 a 1 para la FiO_2 y de 1 a 60 L/min para la velocidad de flujo. (Helviz & Einav, 2018)

Dentro de los beneficios de la terapia con CAF está el hecho de que los dispositivos usuales de administración de oxígeno liberan flujos de hasta 15 L/min, sin embargo en un paciente con taquipnea durante la inspiración la vía aérea puede alcanzar flujos de hasta 50 L/min, si el flujo de la vía aérea excede el del dispositivo que está proporcionando oxígeno, el paciente va a reclutar oxígeno del medio ambiente que está a 0.21 por lo que al mezclarse con el O_2 suplementario bajaría la concentración de O_2 que llega a los alvéolos. La CAF al aumentar el flujo al cual se administra el oxígeno corrige este problema. (Helviz & Einav, 2018)

Consideraciones fisiológicas

A nivel fisiológico la cánula de alto flujo genera beneficio al reducir el espacio muerto (espacio de la vía aérea donde no existe intercambio gaseoso entre O_2 y CO_2), en pacientes con distrés respiratorio, la terapia con CAF disminuye la frecuencia respiratoria y se ha visto que, aunque disminuye la ventilación por minuto, la PCO_2 se mantiene estable o incluso llega a disminuir, indicando que la CAF genera una ventilación más eficiente facilitando el lavado del CO_2 del espacio muerto. (Spicuzza & Schisano, 2020)

Este efecto es importante ya que, en la ventilación humana fisiológica, hasta un 30% del volumen corriente queda en el espacio muerto anatómico y en pacientes con hipercapnia este espacio se ve incluso aumentado por la elevada frecuencia respiratoria. Todo esto ocurre en contraste con la VNI en la que la mascarilla facial más bien aumenta el espacio muerto anatómico. (Spicuzza & Schisano, 2020)

Otra ventaja que se ha visto con CAF es la disminución del trabajo respiratorio en comparación con la terapia con oxígeno convencional. En estudios se observó la actividad eléctrica diafragmática en pacientes con falla respiratoria con EPOC que luego de suspender la VMI o la VNI se pasaron a CAF y no hubo aumento de la actividad de esta a diferencia de cuando se usó la terapia con oxígeno convencional que sí hubo aumento. (Spicuzza & Schisano, 2020)

También existen estudios que demostraron que con el alto flujo proporcionado por la CAF se genera una presión aérea positiva a nivel de nasofaringe lo cual podría traducirse a volúmenes intraalveolares aumentados que, aunque no en la misma medida de lo que observa con el PEEP que se ofrece en la VNI, parece ser suficiente para evitar el colapso alveolar. (Helviz & Einav, 2018)

Lo anterior es importante ya que, en pacientes con falla respiratoria con obstrucción como EPOC, generación de PEEP intrínseco generado por hiperinsuflación pulmonar, esto se puede contrarrestar con la aplicación de un pequeño PEEP extrínseco. (Spicuzza & Schisano, 2020)

Otro beneficio que se asocia al CAF en comparación con la administración convencional de oxígeno es que al proporcionar oxígeno humidificado y calentado a temperatura corporal, este no genera sequedad en la vía aérea, manteniendo la función mucociliar por más tiempo que con otros dispositivos de aporte de oxígeno. (Helviz & Einav, 2018)

La principal preocupación sobre este tipo de terapia radica en que su sobre uso podría llevar a un retraso en el inicio de la ventilación mecánica en pacientes con indicación de esta, por lo cual con este trabajo se desea enfatizar en las indicaciones y uso adecuado de CAF en distintos escenarios clínicos según la literatura. (Helviz & Einav, 2018)

Metodología

Se realizó una búsqueda de artículos en diferentes motores de búsqueda y revistas científicas como PubMed, ScienceDirect, JAMA, ELSEVIER con las palabras claves Ventilación mecánica no invasiva, Cánula de alto flujo, Adulto mayor, falla respiratoria aguda, Covid19. Luego se hizo revisión de dichos artículos y de libros de texto para recopilar la información de interés para la actualización del protocolo de dispositivos de oxigenación y ventilación no invasiva del HNGG del 2019.

Capítulo III: Aplicación clínica actual

Ventilación Mecánica No Invasiva

Debido a lo mencionado previamente es necesario revisar la evidencia científica actual para determinar que lineamientos se deben seguir para ofrecer este tipo de terapia de la forma más eficaz y segura para nuestros pacientes.

Por muchos años se ha estudiado el uso y la eficacia de la VNI en diferentes escenarios clínicos, se ha logrado comprobar los beneficios en ciertas condiciones específicas donde debería ofrecerse esta terapia a todo paciente que cumpla tales características y no tenga contraindicación. Existen otros panoramas donde no queda tan claro dicho beneficio y su uso queda a criterio del médico tratante y su experiencia.(Chawla et al., 2020)

Debido a lo anterior se debe tener claro el objetivo que se busca, ya que según la condición del paciente este puede variar ya sea para disminuir la mortalidad, la estancia en UCI, evitar la colocación de ventilación invasiva, acelerar el proceso de deshabitación del paciente ventilado entre otros. (Chawla et al., 2020)

Hablando propiamente de la VNI, al compararla con la terapia de oxígeno convencional en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda, un metaanálisis (Ferreyro et al., 2020) tomó

una serie de estudios con personas con una media de 60 años y documentó que existe una menor mortalidad con VNI ya sea con mascarilla o escafandra.

Además, la VNI con escafandra se relacionó con una menor mortalidad en comparación con la mascarilla y con la terapia de oxígeno convencional, a su vez no se encontró diferencias entre la VNI con mascarilla y la cánula de alto flujo. (Ferreyro et al., 2020)

Con respecto al beneficio para prevenir intubación endotraqueal la VNI y la cánula de alto flujo mostraron beneficio sobre la terapia de oxígeno convencional, además pacientes con VNI con escafandra presentaron menor necesidad de intubación que VNI con mascarilla y cánula de alto flujo. (Ferreyro et al., 2020)

Lo anterior es una muestra de la utilidad de la VNI y la cánula de alto flujo en pacientes con falla respiratoria, que no solo pueden ayudar a prevenir la necesidad de utilizar la ventilación mecánica invasiva, sino que además pueden disminuir la mortalidad cuando se utiliza de forma adecuada, por lo tanto, a continuación, revisaremos diferentes escenarios en que se ha mostrado eficacia.

Uso en Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC)

Las exacerbaciones por EPOC es una de las principales causas de ingreso hospitalario. Se ha visto que hasta un 20% de los pacientes hospitalizados por esta razón consultan a emergencias con insuficiencia respiratoria o bien, la desarrollan durante su estancia, esto a su vez es un indicador de riesgo de mortalidad elevado. (Rochwerg et al., 2017)

La VNI se ha utilizado por casi 2 décadas en estos pacientes para alcanzar ciertos objetivos como prevenir o tratar la acidosis respiratoria aguda, evitar la necesidad de ventilación mecánica invasiva ya que esto aumenta la mortalidad del paciente. (Chawla et al., 2020)

La falla respiratoria aguda observada en EPOC que provoca acidosis respiratoria aguda o crónica reagudizada se presenta por la incapacidad de los músculos respiratorios para lograr una ventilación alveolar a pesar de un aumentado esfuerzo diafragmático. Ante una carga

que excede la capacidad de la bomba muscular respiratoria, se desarrolla un patrón de respiración rápida y superficial que provoca una frecuencia respiratoria elevada con volúmenes tidales pequeños. (Rochwerg et al., 2017)

Por tanto, al manejar esta condición es importante monitorizar frecuencia respiratoria, la expansión torácica y el movimiento de la pared abdominal además de obtener una muestra de sangre arterial durante la fase inicial de la evaluación del paciente con riesgo de acidosis respiratoria aguda. Muchos pacientes con EPOC tienen hipercapnia de base y durante la exacerbación de su enfermedad pueden presentar un deterioro de su condición basal. (Rochwerg et al., 2017)

Se ha visto que, en pacientes con exacerbaciones de EPOC con dificultad respiratoria sin acidosis o acidosis leve; definido como PCO₂ menor a 45 mmHg y pH mayor a 7.35, la VNI no ha mostrado beneficio en mortalidad o en la necesidad de intubación endotraqueal e incluso se observó que la terapia era poco tolerada en estos pacientes. (Ferreyro et al., 2020)(Chawla et al., 2020)

Por otra parte, en pacientes con acidosis respiratoria en exacerbación de EPOC si se ha visto un impacto en la disminución de necesidad de intubación, estancia en UCI, estancia hospitalaria y mortalidad con el uso de VNI. Por consiguiente, se da una recomendación fuerte para el uso de VNI en estos pacientes, cuando el pH esta entre 7.25-7.35 (Chawla et al., 2020; Rochwerg et al., 2017)

En pacientes con acidosis más severa (pH menor a 7.25 y pco₂ mayor a 45 mmHg) sin una causa metabólica que la esté generando, es probable que vayan a ameritar ventilación mecánica invasiva sin embargo se puede hacer la prueba con VNI siempre y cuando no tengan indicación clara de intubación. (Chawla et al., 2020)

Un buen predictor de terapia exitosa con VNI es la mejora en el pH o la frecuencia respiratoria (idealmente ambos) y se ha documentado que en los pacientes que van a responder, la respuesta es vista casi universalmente dentro de las primeras 1 a 4 horas después del inicio de la VNI(Rochwerg et al., 2017)

Al comparar la VNI vs VMI los estudios utilizados incluían pacientes con pH menor a 7.20 que era menor a los estudios utilizados para valorar el impacto de la VNI en exacerbaciones de EPOC, sin embargo, se observó que hubo disminución en estancia hospitalaria, estancia en UCI, necesidad en oxígeno complementario y mortalidad en pacientes que no requirieron VMI. Por lo cual se recomienda que si el paciente no tiene contraindicación para VNI (paro respiratorio, coma, necesidad de sedación...) y/o indicación para VMI urgente se puede hacer una prueba con VNI antes de valorar la colocación de tubo endotraqueal. (Rochwerg et al., 2017)

Se aclara ante lo anterior que no existe un nivel de pH establecido al que no se pueda intentar VNI en EPOC siendo el modo BIPAP el más recomendado, sin embargo, entre más bajo el pH más riesgo de falla con la terapia. Para terminar, se debe considerar VNI en pacientes con pH menor a 7.35 y PCO₂ mayor a 45 con frecuencia respiratoria por minuto entre 20-24. (Rochwerg et al., 2017)

Siendo la media de edad actual de 70 años para pacientes ingresados por exacerbación de EPOC, en estudios más recientes se documentó que no hay diferencia entre los resultados con el uso de VNI en pacientes adultos mayores y pacientes más jóvenes para la necesidad de VMI y la mortalidad.(Pulliam & Pritts, 2019)

Además, otro estudio demostró que a pesar de que los Adultos mayores (AM) con exacerbación por EPOC presentan más días de VNI, estancia hospitalaria, requerimientos más altos de presión soporte y más discapacidad funcional, los desenlaces valorados de falla en VNI y mortalidad eran similares a pacientes más jóvenes. Por lo anterior no se considera que la edad por sí sola sea un limitante para ofrecer esta terapia. (Steriade et al., 2019)

De la misma forma no se documentó aumento en la falla de VNI o mortalidad, en exacerbación por EPOC, según índice de masa corporal, falla cardíaca izquierda o acidosis severa (pH menor a 7.15 en las primeras 6 horas de VNI) por lo que estas condiciones por sí solas no deberían tomarse como causa para no ofrecer VNI a estos pacientes. (Steriade et al., 2019)

La mortalidad en general también se ha visto que no se modifica con la edad (a pesar de una mortalidad prevista más alta) sino por las condiciones propias del paciente que agravan su condición y determinan su evolución (Montoneri et al., 2019)

En resumen, una indicación clara para el uso de VNI en adulto mayor es en pacientes con exacerbación de EPOC con acidosis respiratoria moderada a severa, siempre tomando en cuenta las indicaciones VMI para no retrasar el inicio de esta.

Uso en Edema pulmonar Cardiogénico

El edema agudo pulmonar cardiogénico también es una de las principales causas de hospitalización y mortalidad en AM, al igual que con las exacerbaciones con EPOC la VNI puede utilizarse para prevenir la necesidad de VMI y disminuir la mortalidad. (Pulliam & Pritts, 2019)

La insuficiencia respiratoria observada durante el edema pulmonar se explica entre otras cosas por la disminución de la complianza de la vía respiratoria y la congestión alveolar que se puede dar con o sin presión capilar elevada y disfunción sistólica de ventrículo izquierdo. La VNI funciona en esta situación asistiendo en la mecánica respiratoria y facilitando el trabajo del ventrículo izquierdo al disminuir la precarga. (Rochweg et al., 2017)

Se han comparado estudios en pacientes con edema pulmonar cardiogénico (la mayoría de los estudios excluyen pacientes con **shock** cardiogénico o en contexto de infarto agudo de miocardio sobre todo aquellos que requieren revascularización) vs terapia de oxígeno convencional y se observó que tanto para CPAP como BIPAP hubo disminución en la necesidad de intubación, mortalidad hospitalaria, menor estancia en UCI y mejoría sintomática más rápida. (Rochweg et al., 2017)(Pulliam & Pritts, 2019)

Al buscar estudios específicos para adultos mayores sobre esta condición se determinó que la media de edad de los pacientes ingresados por falla cardíaca aguda es mayor de 70, que es la población incluida en la mayoría de los estudios analizados por lo que los resultados son aplicables en nuestra población, además en un estudio dirigido a probar la eficacia de

VNI en pacientes mayores de 75 años demostró que existe mejoría clínica temprana y disminución de mortalidad de 48 horas sin embargo esto no se mantiene durante la estancia hospitalaria por lo que se necesitan más estudios en esta población.. (Pulliam & Pritts, 2019)

A nivel general se recomienda el uso de VNI en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda por edema agudo de pulmón cardiogénico, con un nivel de evidencia alto. También, aunque no se ha encontrado diferencia significativa se prefiere el uso de CPAP sobre BiPAP en esta condición, sin embargo, si el paciente además presenta hipercapnia se recomienda el uso de BIPAP. (Chawla et al., 2020)

Uso en crisis asmática

Una causa frecuente de falla respiratoria aguda son las crisis asmáticas, la misma ocurre cuando se da un episodio de hiperreactividad bronquial que lleva a un aumento de resistencia en la vía aérea. En distintos estudios no controlados se observó que el uso de CPAP mejora la función ventilatoria sin embargo en estudios controlados y metaanálisis no se ha encontrado diferencia en resultados entre VNI y la terapia convencional. (Rochweg et al., 2017)

Las guías internacionales europeas no hacen recomendación debido a falta de evidencia, la guía británica publicada un año antes indica que en pacientes con crisis asmática con falla respiratoria hipoxémica no se recomienda la VNI, pero si podría utilizarse si el paciente desarrolla hipercapnia. (Davidson et al., 2016)

Uso en proceso de deshabitación de ventilación invasiva

En adultos mayores el riesgo de una reintubación es mayor que en la población más joven, 29% en personas mayores de 65 años, por lo cual es necesario tomar en cuenta acciones que prevengan este desenlace. La VNI se ha utilizado para deshabitación de pacientes del ventilador con una adecuada respuesta. (Duan, Bai, et al., 2019)

Por otra parte, en la población general en un estudio prospectivo aleatorizado (Ornico et al., 2013) que tomó a pacientes en UCI ventilados por más de 72 horas, mayores de 18 años que al momento de la VMI presentaban falla respiratoria aguda (PaO_2/FiO_2 menor a 300 o PCO_2 mayor a 50 mmHg) se documentó que el uso VNI inmediatamente después de la extubación disminuye la necesidad de reintubación en 24 horas y la mortalidad hospitalaria en los siguientes 90 días. (Ornico et al., 2013) (Rochwerg et al., 2017)

En un estudio observacional retrospectivo (Duan, Bai, et al., 2019) que incluyó a pacientes mayores de 65 años con ventilación mecánica asistida por más de 24 horas en condición de extubación (definido como aquellos con adecuada oxigenación, afebriles, frecuencia respiratoria menor a 30 y frecuencia cardíaca menor a 120 con estabilidad hemodinámica) se controló a pacientes con alto riesgo de reintubación vs grupo de riesgo normal y en ambos grupos se observó que utilizar la VNI disminuye el riesgo de reintubación a las 72 horas. (Duan, Bai, et al., 2019)

Dado que en la mayoría de los estudios se toma como pacientes de alto riesgo para reintubación a las personas mayores de 65 años y se ha documentado el beneficio de la VNI en estos, se recomienda su uso luego de la extubación en pacientes con VMI por más 24 horas con falla respiratoria aguda. (Rochwerg et al., 2017)

Por otro lado, en pacientes que desarrollan falla respiratoria aguda post extubación, una vez desarrollada, no solo no se observó beneficio de utilizar VNI, sino que hubo aumento en mortalidad y estancia en UCI por lo que no se recomienda en esta situación. (Rochwerg et al., 2017)

Uso en falla respiratoria de novo

El término hace referencia a aquellos pacientes que desarrollan una falla respiratoria aguda sin presentar un antecedente de neumopatía a diferencia de los casos expuestos previamente, un ejemplo de esto sería un paciente que desarrolla una neumonía o un síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA). (Rochwerg et al., 2017)

La mayoría de los pacientes con esta condición presentan una falla respiratoria hipoxémica con un índice $PaO_2/FIO_2 \leq 300$, taquipnea y sin diagnóstico de EPOC previo. En estos pacientes se ha utilizado la VNI con el objetivo de mejorar la oxigenación y el intercambio gaseoso, disminuir el trabajo respiratorio y la disnea para prevenir la necesidad de intubación endotraqueal. (Rochwerg et al., 2017)

Dentro de las limitaciones observadas para VNI en estos casos está precisamente que se ha visto poca eficacia en reducir el trabajo respiratorio en comparación con pacientes con hipercapnia donde su efectividad está demostrada. En pacientes con SDRA se ha documentado que se puede disminuir el trabajo respiratorio con una adecuada presión soporte, sin embargo, esto al aumentar el volumen tidal puede generar daño pulmonar de ser sostenido en el tiempo. (Rochwerg et al., 2017)

La hiperventilación con un esfuerzo inspiratorio intenso, altos volúmenes tidales y presión inspiratoria elevada puede generar daño incluso en pulmones sanos, sin embargo, el pulmón dañado magnifica este riesgo ya que al tener un esfuerzo inspiratorio intenso la presión intrapulmonar no se distribuye de forma homogénea. La distribución del volumen inspirado ocurre principalmente en zonas ventiladas que se encuentran reducidas ya sea por edema, atelectasia o infiltrados alveolares, lo cual aumenta la presión transmural en estas zonas. (Grieco et al., 2021)

Otra forma en que el aumento del esfuerzo inspiratorio por parte del paciente puede generar daño es dado a las deflexiones que ocurren por la presión negativa de la pleura en cada inspiración, haciendo que disminuya transitoriamente la presión intersticial de los alvéolos con lo que aumenta el edema y la inflamación. (Grieco et al., 2021)

Además, el esfuerzo inspiratorio también puede causar distribución heterogénea del volumen tidal en el diafragma, haciendo que haya zonas donde la presión aumente de forma más marcada ocasionando daño al mismo y se genere inflamación muscular y ruptura de fibras musculares. (Grieco et al., 2021)

Con respecto a lo anterior estudios clínicos reportan una relación causal entre un esfuerzo respiratorio aumentado y la falla con la VNI en pacientes con falla hipoxémica.

Específicamente alto esfuerzo inspiratorio, volumen tidal alto y frecuencia respiratoria elevada a pesar del uso de VNI son indicadores de falla de esta y la necesidad de colocación de tubo endotraqueal. (Grieco et al., 2021)

Para corregir este problema se pueden utilizar distintas estrategias. Primero corregir aquellos factores no respiratorios que inducen el aumento del esfuerzo respiratorio por ejemplo el dolor, fiebre, acidosis metabólica entre otros. También se puede utilizar medicamentos para disminuir el impulso respiratorio entre las cuales se encuentran las benzodiazepinas y el Propofol. (Grieco et al., 2021)

Tomando en cuenta lo anterior en pacientes con hipoxemia leve a moderada ($PaO_2/FiO_2 > 150$ mmHg) la VNI parece ser efectiva y segura siempre y cuando se mantenga el cuidado para prevenir el daño pulmonar por el aumentado esfuerzo respiratorio del paciente. No hay suficiente evidencia para recomendarlo en pacientes con hipoxemia más severa. (Chawla et al., 2020; Grieco et al., 2021; Rochwerg et al., 2017)

Uso en pacientes inmunocomprometidos

En pacientes con depresión del sistema inmune el desarrollo de falla respiratoria aguda es la principal causa para su ingreso a UCI, el uso de VMI conlleva ciertos riesgos como infecciones de la vía aérea a los cuales esta población es más susceptible, por tanto, el evitar la colocación de tubo endotraqueal podría mejorar el pronóstico de los pacientes. (Piroddi et al., 2017)

En un estudio retrospectivo llevado a cabo en 2014 (Johnson et al., 2014), con pacientes con neumonía inmunocomprometidos por distintas causas, se analizó la mortalidad a 30 y 90 días con una media de edad de 75 años y se vio que a 30 días en pacientes que requirieron VNI versus VMI no hubo diferencia en mortalidad sin embargo a 90 días si hubo disminución en pacientes con VNI.

De momento existe evidencia que apoya la VNI en pacientes inmunocomprometidos con falla respiratoria leve a moderada en ciertas etiologías. Sin embargo, los resultados han sido

variables para mortalidad donde, aunque la tendencia ha sido que el uso temprano de la terapia en estos pacientes disminuye la mortalidad, no se ha logrado reproducir estos resultados de manera consistente en estudios prospectivos por lo que la recomendación es que se puede utilizar la VNI, pero se debe monitorizar de cerca al paciente para no retrasar la VMI de ser necesario. (Rochwerg et al., 2017)

Uso en pacientes postquirúrgicos

En pacientes post operados existen distintas condiciones que pueden generar un efecto negativo en la mecánica respiratoria, como dolor y uso de anestesia, sobre todo en aquellas cirugías que están en cerca del diafragma. Lo anterior puede generar hipoxemia, disminución del volumen pulmonar y formación de atelectasias. La falla respiratoria hipoxémica se debe a la disminución del volumen pulmonar y el desarrollo de atelectasias mientras que la falla hipercápnica está en relación con fatiga muscular. (Rochwerg et al., 2017) (Chawla et al., 2020)

En los pacientes que se someten a cirugía abdominal la VNI ha mostrado mediante imágenes que aumentan la aireación alveolar y disminuyen la presencia de atelectasias, así como estudios fisiológicos ha mostrado mejoría en la ventilación alveolar y en la gasometría arterial. (Rochwerg et al., 2017)

Según la evidencia científica el uso de VNI en pacientes que desarrollan insuficiencia respiratoria en el postoperatorio presentaron menor necesidad de intubación, menor mortalidad y disminución de infecciones nosocomiales por lo cual su uso está recomendado en estos pacientes. (Rochwerg et al., 2017)

Fragilidad en VNI

En la población adulta mayor existe una mayor prevalencia de fragilidad, que podría definirse como un síndrome caracterizado por la pérdida de reserva funcional y cognitiva

que conlleva a un aumento de la vulnerabilidad del paciente a diferentes noxas. (Kara et al., 2018)

En la literatura no existe mucha evidencia sobre el impacto de este síndrome en pacientes que ameriten VNI al menos en UCI ya que históricamente esta condición ha sido vista como algo que confiere mal pronóstico al paciente por lo que se ha utilizado para limitar el esfuerzo terapéutico. En pacientes de más de 60 años se ha reportado con una prevalencia de hasta 5% y de hasta 30% en pacientes de más de 75 años. (Kara et al., 2018)

Factores que podrían interferir con el éxito de la VNI en estos pacientes más allá de la severidad de su patología son condiciones como problemas auditivos, deterioro cognitivo, falta de piezas dentales, delirio. (Kara et al., 2018)

En un estudio prospectivo (Kara et al., 2018) se valoró a pacientes considerados frágiles según la escala clínica de fragilidad y la escala Edmonton de fragilidad (se incluyeron pacientes con puntaje mayor o igual a 5 y a 8 respectivamente) que presentaron falla respiratoria hipercápnica.

Se analizó a una población de 103 individuos, con una media de 73 años, de los cuales 77 eran considerados frágiles según el criterio establecido y se observó que pacientes con fragilidad tuvieron un mayor porcentaje de falla en la terapia, así como una mayor mortalidad. (Kara et al., 2018)

Al analizar los resultados se documenta que este grupo tenía una escala de coma de Glasgow más baja y una escala de falla orgánica (SOFA score) y de mortalidad (APACHEII) más altas. Además, presentaron mayores complicaciones para la aplicación de la terapia ya sea por fuga, agitación entre otras. (Kara et al., 2018)

Dado que hay poca evidencia en este tipo de pacientes, no se puede hacer una recomendación clara sobre si esta condición debiese ser usada para contraindicar o no la terapia sin embargo sin embargo sí parece ser un predictor de menor éxito.

Uso en cuidados paliativos

Como se ha mencionado previamente en la revisión, el uso de VNI es útil para prevenir la necesidad de la ventilación mecánica invasiva en ciertas condiciones. La mayoría de los estudios se realizan en pacientes que no tienen una condición médica terminal, sin embargo, el uso de VNI puede jugar un papel en ciertos pacientes con indicación de manejo paliativo. (Wilson et al., 2018a)

Los objetivos en el uso de VNI varía dependiendo si el paciente va a recibir todas las medidas de soporte vital o si tiene indicación de no tubo, pero aparte de eso se le van a ofrecer todas las terapias médicas o si solo se le va a dar medidas de **confort**. Es en estos pacientes donde existe la duda si el uso de la VNI ofrece alguna mejoría en la calidad de vida o más bien el **disconfort** y las complicaciones asociadas a esta terapia son mayores que el beneficio. (Wilson et al., 2018a)

En un metaanálisis realizado en 2018 (Wilson et al., 2018b) se quiso analizar este panorama para valorar la evolución en pacientes con indicación de no intubar o de solo dar medidas de confort con VNI, dentro de los resultados más significativos se encontró que una cantidad importante de pacientes tuvo una sobrevida de más de un año, dentro de estos se observó mejor resultado para pacientes con EPOC y con edema cardiogénico que aquellos pacientes en que se utilizó la VNI por bronconeumonía y enfermedad oncológica, aunque se aclara que esta evidencia viene de estudios observacionales.

Dentro del metaanálisis hubo estudios que mostraron mejoría de la calidad de vida a los 3 meses de iniciada la terapia, no se observó disminución de la hospitalización en pacientes sobrevivientes al año, pero si en un estudio controlado se mostró una leve disminución en la disnea en pacientes con indicación de solo medidas de confort aparte de menos uso de opioides. (Wilson et al., 2018b)

Según lo anterior que la VNI tenga un beneficio o no para el paciente depende en gran medida a los objetivos de cuidado establecidos para el mismo. Precisamente en un artículo de 2018 se propone un modelo diferente al “No código” o “No intubar” y se hace un enfoque

a los objetivos de cuidado. Así la terapia se dirige hacia lo que sí se va a hacer ya sea corregir una noxa, aliviar síntomas, prevenir complicaciones entre otras. (Arabi et al., 2018)

En pacientes frágiles con indicación de no tubo y falla respiratoria hipercápnica, se realizó un estudio prospectivo observacional se dio seguimiento a una población de 86 pacientes de los cuales a 6 meses sobrevivieron 50 (58%) de estos a 27 se les pudo hacer un cuestionario para valorar calidad de vida y opinión sobre la VNI. El 85% indicó que estaban dispuestos a recibir nuevamente la terapia con VNI en caso de nuevo episodio de falla respiratoria a pesar de que más de la mitad (16 pacientes) presentaban un bajo puntaje de calidad de vida según el cuestionario aplicado. (Lemyze et al., 2019)

En resumen, en pacientes que están en el final de la vida lo principal es establecer metas claras sobre el cuidado que se le va a ofrecer tomando en cuenta la experiencia clínica y los deseos del paciente y familiares y con base a esto definir si la VNI es una forma adecuada para lograr dichas metas.

Ventilación no invasiva en manejo de pacientes con enfermedades neuromusculares

Existen pocos estudios que hagan la comparación entre VNI y VMI en pacientes con problemas neuromusculares, pero se ha demostrado que en pacientes con esta condición que presenta falla aguda hipercápnica podrían utilizarse ya que se documentó mejoría en la gasometría arterial. (Chawla et al., 2020)

Ventilación no invasiva en pacientes con síndrome de hipoventilación y obesidad

En pacientes con hipoventilación con obesidad se realizaron estudios comparándolos con personas con falla respiratoria con EPOC exacerbado, registrándose que en el caso de falla respiratoria hipercápnica por hipoventilación el uso de VNI tiene un resultado similar. Por lo anterior se podría utilizar este tipo de terapia en estos pacientes al menos en aquellos que presentan pH menor a 7.35 y PCO₂ mayor a 45 mmHg (Chawla et al., 2020)

Cánula de alto flujo

La terapia con CAF ha ganado popularidad en el manejo de pacientes con falla respiratoria aguda, esto principalmente a que puede ser utilizada como puente entre el aporte de oxígeno con mascarilla y la ventilación mecánica no invasiva o invasiva. Su uso inicialmente se limitaba a la falla respiratoria hipoxémica sin embargo en los últimos años se ha visto extendido a otros escenarios clínicos que deben ser tomados en cuenta. (Ricard et al., 2020)

Dentro de las características más importantes de esta terapia está el hecho de que puede ofrecer oxígeno hasta 60 L/min esto tiene relevancia ya que la oxigenación se optimiza con flujos más altos mientras que efectos sobre el espacio muerto, el trabajo y la frecuencia respiratorios se observa con flujos más bajos de 20-45 l/min al menos en pacientes con falla respiratoria hipoxémica. (Ricard et al., 2020)

Cánula de alto flujo en falla respiratoria hipoxémica

La falla respiratoria aguda fue la primera indicación para uso de CAF en adultos, se ha visto que conforme aumenta el flujo aumenta el volumen al final de la espiración lo que aumenta la presión de la vía respiratoria haciendo que mejore la oxigenación a través del reclutamiento alveolar. También conforme aumenta el flujo disminuye el trabajo respiratorio, efecto que se ha visto incluso hasta en flujos de 20 L/min. (Ricard et al., 2020)

En estudios con pacientes con esta condición se documentó que en comparación con la terapia convencional de oxígeno hubo una mejor oxigenación, disminución de la frecuencia

respiratoria y de signos clínicos de distrés respiratorio. Además, se observó mayor **confort** y tolerancia que con la terapia convencional. (Rochwerg et al., 2020)

En un metaanálisis donde también se realizó esta comparación y se evidenció que, aunque la terapia con CAF no disminuyó la mortalidad en comparación con la terapia convencional con oxígeno, si se observó que disminuyó la necesidad de VMI en pacientes críticos, se aclara que en los estudios que se incluyeron existía heterogeneidad en las características clínicas de los pacientes y las poblaciones de los estudios eran pequeñas. (Rochwerg et al., 2019)

La terapia con CAF ha sido comparada también con VNI, sobre todo en los últimos meses donde a nivel mundial se ha luchado contra la pandemia por COVID-19, en un estudio aleatorizado se comparó la CAF contra sesiones intermitentes de VNI y en la población general no se documentó disminución en la necesidad de intubación sin embargo si se observó disminución en pacientes con PAFI menor a 200 mmHg que recibieron terapia con CAF. (Grieco et al., 2021)

Además, al buscar la incidencia de lesión pulmonar autoinducida por el paciente se documenta que la CAF puede ser más protectora incluso que la terapia convencional de oxígeno debido a que existe una distribución más homogénea del volumen tidal. Además, dado que en este tipo de terapia no se da un aporte de presión inspiratoria, el riesgo para barotrauma es menor que con VNI. (Grieco et al., 2021)

En un estudio (Shang et al., 2020) que se realizó en pacientes con falla respiratoria hipoxémica sin hipercapnia se documentó que en pacientes con PAFI menor a 200 mmHg la CAF disminuyó significativamente la necesidad de intubación y en pacientes con PAFI menor a 300 mmHg se evidenció una disminución de mortalidad.

De momento la evidencia que se tiene apunta a que en pacientes con SDRA severo la CAF es más recomendada para prevención de intubación y disminución de mortalidad que la terapia con VNI. En pacientes con SDRA moderado a leve tanto la VNI como la CAF disminuyen el riesgo de intubación en comparación con la terapia convencional de oxígeno sin embargo entre si no existe mayor diferencia para el desenlace en esta condición. (Frat et al., 2019)

Cánula de alto flujo en pacientes post extubación

En distintos estudios se ha visto el beneficio de la VNI para prevención de falla respiratoria en ciertos pacientes sin embargo la CAF también es una terapia para tomar en cuenta para estas situaciones. En un estudio aleatorizado (Stéphan et al., 2015) para prevención de falla respiratoria posterior a cirugía cardiorácica se comparó la eficacia de VNI versus CAF y en el 60% de los pacientes que desarrollaron falla respiratoria aguda la CAF no fue inferior para prevenir la necesidad de reintubación.

En comparación con la terapia convencional de oxígeno en pacientes con alto riesgo de reintubación (nuevamente la mayoría de los estudios incluye como factor de riesgo para reintubación edad mayor a 65 años) la CAF mostró una menor tasa de reintubación en estos pacientes sin embargo no mostró cambios cuando se comparó con VNI. Por lo anterior se recomienda el uso de CAF contra la terapia de oxígeno convencional en pacientes con alto riesgo de reintubación, pero seguir ofreciendo la VNI en aquellos pacientes en que usualmente se utiliza como pacientes con edema pulmonar cardiogénico o falla respiratoria hipercápnica. (Frat et al., 2019; Rochwerg et al., 2020)

Cánula de alto flujo en pacientes inmunocomprometidos

La terapia CAF es una opción terapéutica para pacientes inmunocomprometidos, esta población incluye personas con cáncer, trasplante de órganos, que utilizan quimioterapia o tienen VIH. En este tipo de pacientes se ha estudiado el impacto con VNI sin tener un beneficio claro, incluso algunos estudios sugieren que en ciertos casos esta terapia más bien podría ser dañina inclusive aumentando la mortalidad en algunos estudios. (Spicuzza & Schisano, 2020)

Aunque existen estudios que no son concluyentes se ha visto una tendencia en que la CAF podría mejorar el riesgo de intubación en estos pacientes. En un metaanálisis reciente

(Cortegiani et al., 2019) se determinó que la CAF en pacientes inmunocomprometidos con falla respiratoria aguda no disminuye la mortalidad en comparación con la terapia de oxígeno convencional sin embargo si disminuye la tasa de intubación en estos pacientes.

En otro metaanálisis (Y. Wang et al., 2020) se repitió esta tendencia y se concluye que para pacientes con falla respiratoria aguda con inmunosupresión no existe diferencia entre la mortalidad con terapia convencional de oxígeno, VNI o CAF sin embargo en CAF si hay una disminución en la intubación propiamente. Por lo anterior en estos pacientes se recomienda el uso de CAF como terapia de aporte de oxígeno.

Uso en falla respiratoria hipercápnica

En pacientes con falla respiratoria e hipercapnia la VNI es la terapia indicada para su manejo, sin embargo, en pacientes en que se dificulte su uso (por ejemplo, pacientes en delirio que no colaboren) la terapia con CAF se ha planteado como una alternativa sobre todo en pacientes con acidosis leve, en un estudio controlado aleatorizado (McKinstry et al., 2019) se comparó la respuesta a VNI contra CAF en pacientes con EPOC exacerbado con hipercapnia crónica y el resultado fue que en pacientes con VNI la PCO₂ disminuyó en promedio 2,5 mmHg en comparación con la CAF lo cual queda en duda si es un resultado que clínicamente genere diferencia.

En el mismo estudio se comprobó que no existió mayor cambio entre terapia para la frecuencia respiratoria, la necesidad de intubación o mortalidad, la principalmente limitante del estudio es que la población fue de solo 4 pacientes. (McKinstry et al., 2019)

En un estudio multicéntrico aleatorizado (Cortegiani et al., 2020) se intentó demostrar la no inferioridad de CAF contra la VNI en pacientes con EPOC con exacerbación leve a moderada, se observa que se logra una reducción similar de PCO₂ en las primeras 2 horas de tratamiento sin embargo hasta el 32% de los pacientes que ameritaron CAF terminó requiriendo VNI a las 6 horas.

En conclusión, aunque la VNI sigue siendo la terapia de primera línea para el tratamiento de falla respiratoria hipercápnica, en caso de imposibilidad de ofrecer la misma, la CAF es

una alternativa válida que se puede utilizar para prevenir la necesidad de intubación endotraqueal, aunque se necesitan más estudios para realizar una recomendación más certera en esta condición.

Cánula de alto flujo en pacientes de cuidado paliativo

A pesar de tener una evidencia clara a favor del uso de VNI en pacientes con falla respiratoria hipercápnica, existe controversia sobre el beneficio real de esta terapia en pacientes que se encuentran en el final de su vida o tiene indicación de no intubar debido a que no siempre es tolerada de la mejor manera por los pacientes. En esta situación la terapia con CAF es una alterativa que se debe contemplar ya que puede ayudar a disminuir la sensación de disnea y mejorar el confort. (Wilson et al., 2020)

A pesar de que con la terapia CAF no se ha documentado un beneficio claro en disminución de la mortalidad, si se ha visto que existe beneficio en oxigenación, **confort**, sensación de disnea y patrón respiratorio. Esto en pacientes con indicación de manejo paliativo tiene una gran importancia ya que usualmente son estos síntomas en los que se enfocan los objetivos de cuidado. (Monro-Somerville et al., 2017)

En una revisión sistemática (Wilson et al., 2020) se intentó corroborar estos beneficios en pacientes con indicación de no intubar o no resucitar y se encontró que no existen muchos estudios que analicen la respuesta de este tipo de pacientes con CAF.

Entre los estudios que se incluyeron se documentó que existía un beneficio en saturación de oxígeno y frecuencia respiratoria cuando se comparaba con la terapia convencional de oxígeno, también, aunque en esta población no es uno de los objetivos principales se documentó una alta tasa de supervivencia a la hospitalización (aproximadamente 50%) cuando se ofrecía esta terapia a pacientes con falla respiratoria e indicación de no intubar. (Wilson et al., 2020)

Sin embargo, a nivel en los estudios revisados no se encontró diferencia significativa en la sensación de disnea con CAF contra la terapia de oxígeno convencional, tampoco hubo

diferencia significativa en la necesidad de opioides resultados que son de gran relevancia en los objetivos de cuidado, aunque se aclara que los estudios revisados tienen alto riesgo de sesgo. (Wilson et al., 2020)

En un estudio controlado más reciente se comparó la sensación de disnea en pacientes con indicación de no intubar con terapia de oxígeno convencional versus CAF y si se observó disminución de disnea según la escala de BORG y menos necesidad de opioides. Este estudio tuvo la limitante de que no fue aleatorizado y presentaba una población pequeña (24 pacientes) pero muestra que la CAF puede ser una alternativa establecida en el futuro como parte del manejo paliativo en esta población. (Ruangsomboon et al., 2020)

Ventilación no invasiva y Cánula de Alto flujo en pacientes con Covid 19

Durante finales del 2019 se descubrió un nuevo tipo de coronavirus posteriormente nombrado por la OMS como coronavirus de tipo 2 causante de síndrome respiratorio agudo severo (SARS-CoV-2), que provoca casos de neumonía atípica conocida como enfermedad por coronavirus de 2019 que actualmente se ha convertido en una pandemia mundial. Debido a esto se incluye un apartado sobre el uso de VNI y CAF en pacientes con falla respiratoria aguda. (Agarwal et al., 2020)

Ventilación no invasiva

Durante la pandemia por Covid 19, debido a que se trata de una patología nueva la evidencia científica se ha desarrollado conforme avanza la misma sin embargo las recomendaciones en diferentes guías internacionales han sido inconsistentes sobre el uso de VNI. En una revisión sistemática (Z. Wang et al., 2021) se analizaron 26 guías internacionales y se encontró que solo 10 brindaron información sobre el grado de recomendación o la calidad de la evidencia, he incluso la mayoría de estas recomendaciones están basadas en conocimiento previo sobre otras condiciones.

Dentro de las recomendaciones esta la seguridad de la VNI para la transmisión del virus, se recomienda utilizar la terapia en un cuarto aparte preferiblemente una sala de aislamiento, además el personal de salud deberá utilizar el equipo de protección adecuado. (Z. Wang et al., 2021)

Sobre la interfaz a utilizar la mayoría de las guías no hizo diferencia sobre la mascarilla o la escafandra, las guías italianas y alemanas recomendaron el uso de escafandra sobre la mascarilla argumentando mayor tolerancia y menor propagación de partículas virales. También se recomendó el uso de filtros para disminuir la propagación durante la espiración. (Z. Wang et al., 2021)

Acerca del uso clínico se vio eficacia en pacientes con falla respiratoria que tenían EPOC de fondo sin embargo no se tenía suficiente evidencia para recomendarlo en falla respiratoria no hipercápnica, pero si se hace mayor énfasis en que si el paciente presenta deterioro ventilatorio, hemodinámico, alteración del sensorio o falla multiorgánica la VMI debería emplearse sin demora. (Z. Wang et al., 2021)

Cánula de alto flujo

El uso de la terapia con CAF se ha visto que tiene beneficio en insuficiencia respiratoria no hipercápnica moderada a severa en comparación a terapia con VNI, disminuyendo la tasa de intubación en muchos casos. Debido a la mayor tolerancia, la facilidad de uso la CAF se considera como la primera línea de tratamiento no invasivo en falla respiratoria aguda hipoxémica. (Grieco et al., 2021)

A pesar de la disminución de la necesidad de intubación, en una revisión sistemática (Agarwal et al., 2020) se documentó que no existe diferencia aparente en cuanto a mortalidad, estancia en UCI, estancia hospitalaria e inclusive en la sensación de disnea reportada por el paciente. Sin embargo, la mayoría de los estudios no fueron realizados en pacientes con COVID 19 por lo que se debe ampliar sobre el tema en próximas investigaciones.

En resumen, tanto la CAF como la VNI son opciones terapéuticas disponibles en pacientes con falla respiratoria aguda por COVID sin embargo su uso debe ser cuidadoso mientras se genera más evidencia científica para una aplicación más segura.

Capítulo IV: Complicaciones y predictores de Fallo en Ventilación Mecánica no Invasiva y cánula de alto flujo

Contraindicaciones y predictores de fallo en ventilación mecánica no invasiva

Contraindicaciones

Como todo tratamiento, cuando se utiliza la VNI es importante tener claro las contraindicaciones para evitar generar un daño al paciente, además a través de los años se han observado indicadores que nos pueden ayudar a sospechar cuales pacientes tienen alto riesgo de fallo a pesar de tener indicación para su uso.

Dentro de los requisitos para el uso de la VNI es que el paciente colabore, tolere la interfaz que se elija y se encuentre hemodinámicamente estable. Las contraindicaciones van en relación con cuando no se cumplen estas condiciones como se ilustra en el siguiente cuadro:

Cuadro 1

Contraindicaciones para el uso de la Ventilación Mecánica no invasiva

Condición clínica	Ejemplo
Inhabilidad para proteger la vía aérea	Paciente comatoso, ECV con afectación bulbar, paciente agitado y confuso
Inestabilidad hemodinámica o paro cardiorrespiratorio	Disritmia no controlada, pacientes con altas dosis de vasopresores o inotrópicos en presencia de shock
Imposibilidad para ajustar interfaz	Anormalidades faciales, quemaduras faciales, Trauma facial
Síntomas gastrointestinales severos	Vómito severo, Hematemesis severa, Obstrucción intestinal
Hemoptisis masiva, secreciones abundantes	
Estado post-paro	

Tomado de (Chawla et al., 2020)

Como se observa en la tabla existen consideraciones a tomar en cuenta antes de decidir si se inicia la VNI, así mismo también existen ciertos parámetros o indicadores que aparecen durante el curso de la terapia que nos deben alertar del alto riesgo de falla terapéutica o incluso que la misma debería suspenderse para iniciar la ventilación invasiva. En condiciones adecuadas se ha visto que puede haber falla desde 5 a 60% de los casos tratados.

Esto puede deberse a múltiples factores que van desde la severidad de la falla aguda, experiencia del personal, la intensidad con la cual se dé el cuidado. (Scala, 2016)

Según el tiempo en que ocurre la falla terapéutica podría servir para clasificar las causas más frecuentes y poder hacer las correcciones de forma oportuna(Scala, 2016):

Falla inmediata (menor a 60 min de iniciada la terapia): reflejo tusígeno débil, secreciones abundantes, encefalopatía por hipercapnia, agitación, intolerancia, disincronía del paciente con el ventilador.

Falla temprana (1 a 48 horas luego de iniciada la terapia): fallo en corrección gasometría, aumento de la severidad de la patología, persistencia de taquipnea y claudicación de músculos respiratorios.

Falla tardía (posterior a 48 horas): se da luego de una adecuada respuesta inicial y ocurre usualmente en relación con las comorbilidades del paciente y a trastornos de sueño.

Sobre estos causantes se existen acciones que podrían implementarse para prevenir la necesidad de intubación y disminuir la mortalidad.

1- Mal manejo de secreciones y/o reflejo tusígeno débil: la VNI no permite un acceso directo a la vía aérea, un pobre reflejo tusígeno asociado a abundantes secreciones es una causa para falla temprana, una alternativa que se plantea es la ventilación percusiva intrapulmonar que es una técnica que libera pequeñas ráfagas de gas a alto flujo para permitir la movilización de las secreciones, otra opción que se plantea en estos pacientes es el uso temprano de broncoscopia. (Ozyilmaz et al., 2014)

En estudios controlados se vio que una aspiración temprana de secreciones previo a el uso de VNI es incluso más beneficioso en la prevención de infecciones que el realizar un estudio invasivo como broncoscopia posterior a colocación de ventilación invasiva más tubo endotraqueal. (Scala & Pisani, 2018)

2- Encefalopatía hipercápnic y coma: usualmente considerado como una causa de falla inmediata debido a pobre complianza ya sea por confusión o agitación además que se

considera como mayor riesgo para broncoaspiración. Sin embargo, en algunos estudios se ha visto que esta condición puede ser revertida de forma rápida y segura con VNI. (Scala & Pisani, 2018)

En este contexto se señala que pacientes hipoactivos la VNI es más tolerada por lo que se podría intentar corregir la PCO₂ rápidamente y valorar la respuesta mientras en pacientes levemente agitados con delirium se podría hacer la prueba con sedación de forma cuidadosa ya sea con opiodes, propofol o agonistas α_2 (Scala & Pisani, 2018)

No obstante, se hace la aclaración que este tipo de sedación se debe realizar en un espacio de monitoreo cercano y la prueba debe ser por corto tiempo para en caso de no encontrar la respuesta deseada pasar rápidamente a un soporte invasivo. El punto que se trata de alcanzar con la sedación es que el paciente este despierto, fácilmente estimulable y cómodo.(Ozyilmaz et al., 2014)

El sedativo ideal debería no tener efectos significativos sobre el impulso respiratorio y la estabilidad hemodinámica. Existen estudios con Remifentanil que es un opioide de acción rápida que disminuyó la tasa de ventilación invasiva en pacientes agitados. La Dexmedetomidina tiene estudios en comparación con midazolam en estos casos y se documentó que hubo mejor nivel de “sedación alerta” logrando disminuir la estancia en UCI, duración de ventilación mecánica en pacientes con edema pulmonar. (Ozyilmaz et al., 2014)

La Dexmedetomidina también se comparó contra Haloperidol para pacientes con delirium en VNI y resultó en menor incidencia de VMI y menor necesidad de sedación suplementaria y analgesia. También se obtuvo menor estadía hospitalaria e infecciones nosocomiales aunque si hubo mayor incidencia de bradicardia.(Abdelgalel, 2016)

3- Disincronía paciente ventilador: se puede intentar su corrección ajustando los parámetros con los que se aplica la VNI ya sea ajustando la sensibilidad del gatillo, aumentando PEEP, disminuyendo las fugas de aire o implementar diferentes modos ventilatorios disponibles en ventiladores más modernos (Scala & Pisani, 2018)

4- Falla en la incapacidad de corrección gasométrica: se puede implementar técnicas integradas para ayudar a corregir el trastorno gasométrico ya sea en pacientes con hipoxemia o hipercapnia. La combinación se puede dar ya sea con VNI más Cánula de alto flujo o VNI más la remoción extracorpórea de CO₂ (ECCO₂R) (. (Scala & Pisani, 2018)

Lo anterior en mención a la terapia con CAF está en relación con que se ha visto mejor respuesta con la falla respiratoria hipoxémica al compararla con la VNI por lo que es una opción válida cuando esta no presenta una adecuada respuesta. Además, se podría hacer alternancia entre el uso de CAF con el uso de VNI para optimizar la tolerancia de la segunda junto con los beneficios agregados de la primera. (Scala & Pisani, 2018)

Por otra parte, la ECCO₂R, que fue desarrollada a partir de las técnicas de oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO), permite una extracción baja de CO₂ en comparación a ECMO, aunque de forma no tan invasiva por lo que también se ha asociado a menos complicaciones. Sin embargo, esta opción requiere de mayores estudios además que se considera de mayor riesgo para la población adulta mayor por sangrado. (Scala & Pisani, 2018)

Predictores de fallo

En la literatura se ha documentado diferentes factores que, de estar presentes, deberían alertarnos de que el paciente tendría alto riesgo de presentar falla con VNI por lo que el monitoreo debería ser más estricto para una detección temprana. En este contexto existen estudios que indican que la edad no es un determinante para la respuesta con VNI (Steriade et al., 2019) y los pacientes mayores a nivel general tienen evolución similar a personas más jóvenes (tomando en cuenta condiciones comórbidas semejantes) sin embargo muchos otros autores colocan la edad como un predictor de fallo, mas no como un limitante para su uso. (Chawla et al., 2020)

Dentro de los factores que se debe tomar en cuenta como de riesgo para fallo en VNI se documenta (Chawla et al., 2020):

Cuadro 2
Factores de riesgo para fallo de VNI

Alto puntaje en scores de severidad (APACHEII, SOFA, SAPS II)
Edad avanzada (más por presencia de comorbilidades y fragilidad que la edad propiamente)
Falla de mejoría en la primera hora con VNI
Afectación multiorgánica
Condición premórbida
PH menor a 7.25 y/o PCO2 mayor a 75 mmHg luego de 2 horas de VNI
Dificultad para identificar la etiología de la falla respiratoria
SDRA/Neumonía como etiología de la falla respiratoria
P02/FiO2 menor a 150 mmHg
Generación de altos volúmenes tidales

Tomado de (Chawla et al., 2020)

Dado que según el contexto clínico en que se encuentre el paciente podría ser difícil monitorizar todos estos factores, en un estudio (Duan, Wang, et al., 2019) se hizo la validación externa e interna de un instrumento para ayudar a predecir el riesgo de fallo de la VNI. El puntaje HACOR fue valorado en pacientes con exacerbación de EPOC, toma en cuenta frecuencia cardiaca, acidosis, estado de conciencia, oxigenación y frecuencia respiratoria.

Figura 1

Puntaje HACOR para predicción de falla en VNI

Variables	Intervalo	Puntaje
FC	≤120	0
	≥121	1
pH	≥7.35	0
	7.30–7.34	2
	7.25–7.29	3
	<7.25	4
ECG	15	0
	13–14	2
	11–12	5
	≤10	10
	≥201	0
PaO₂/FiO₂	176–200	2
	151–175	3
	126–150	4
	101–125	5
	≤100	6
	≤30	0
FR	31–35	1
	36–40	2
	41–45	3
	≥46	4

Tomado de (Duan, Wang, et al., 2019)

Según el estudio los pacientes con un puntaje mayor a 5 tienen alto riesgo de falla con VNI y de estar indicado debería ofrecerse la VMI. Se hace la aclaración de que faltan estudios que corroboren los resultados obtenidos pero esta investigación sirve para ejemplificar como distintos factores intervienen en la falla terapéutica con VNI. (Duan, Wang, et al., 2019)

En el caso de presentar alguna de estas condiciones se recomienda tener al paciente en un lugar donde esté la posibilidad de ofrecer VMI para no retrasar el inicio de la terapia en caso de ser necesaria.

Complicaciones con VNI

Ya se ha mencionado algunas complicaciones que pueden ocurrir con la VNI la principal es que la falla respiratoria no se corrija y el paciente amerite alguna medida invasiva sin embargo existen otros riesgos que ocurren con esta terapia que deben considerarse para ofrecer una pronta recuperación, las cuales algunas son menores y de rápida resolución mientras que otras podrían poner en riesgo la vida del paciente.

Neumonía: se ha comparado la incidencia de neumonía en pacientes con VMI versus pacientes con VNI y en el primer grupo se obtuvo 5,44 casos por 1000 días de ventilación contra 1,58 en VNI sin embargo en pacientes con terapia de oxígeno convencional se documentó 0,58 casos. Lo anterior señala que, aunque la VNI tiene menos riesgo que la ventilación mecánica para el desarrollo de neumonía, presenta un riesgo aumentado en comparación con la terapia convencional. (Carron et al., 2013)

Barotrauma: la lesión pulmonar secundaria a presión positiva está bien documentada, se ha observado una menor incidencia en VNI comparada a VMI. El barotrauma se ha observado en pacientes con EPOC, lesión pulmonar asociada a neumonía, enfermedad pulmonar intersticial, fibrosis quística entre otras. Para prevenir esta complicación se recomienda mantener presiones pico inspiratorias bajas, optimizar los tiempos inspiratorios y espiratorios para prevenir el auto-PEEP, asimismo regular el PEEP para que no exceda el auto PEEP y corregir las disincronías paciente-ventilador. (Carron et al., 2013)

Inestabilidad hemodinámica: dentro de las complicaciones más peligrosas de la VNI están las implicaciones que tienen sobre la condición hemodinámica del paciente, como se había mencionado previamente la presión positiva en la vía aérea aumenta la presión intratorácica lo cual disminuye el retorno venoso y el llenado ventricular. En pacientes estables con EPOC con presión soporte de 10-20 cmH₂O hay disminución del gasto cardiaco sin observarse cambios en presión arterial o frecuencia cardíaca, sin embargo, en pacientes hipotensos o con depleción de volumen está descrito una disminución del índice cardiaco de hasta 15%, por esta razón en pacientes inestables no se recomienda el uso de VNI.(Carron et al., 2013)

En pacientes con disfunción ventricular izquierda ocurre un fenómeno diferente y lo que ocurre es que al disminuir retorno venoso disminuye la presión transmural y la postcarga con lo cual se observa una mejoría del gasto cardíaco, este beneficio se ha observado en pacientes con edema agudo de pulmón. (Carron et al., 2013)

Cuadro 3
Complicaciones menores con VNI y posibles soluciones

Complicaciones	Posible solución
Edema braquial	Optimizar presión soporte Intercambio de interfaz Revisar fijación de escafandra, usar bandas elásticas
Reinhalación de CO₂	Escoger interfaz adecuada y tamaño Optimizar soporte ventilatorio Usar circuito ventilatorio de 2 líneas Usar interfaz con partes de exhalación dentro de la mascara Usar goma espuma para disminuir el espacio muerto
Claustrofobia y Disconfort	Escoger interfaz adecuada y tamaño Iniciar con una presión soporte prudencial Optimizar soporte ventilatorio Tranquilizar al paciente Considerar sedación leve
Lesiones en piel	Escoger interfaz adecuada y tamaño Revisar ajuste de mascarilla Utilizar protectores faciales Usar mascarillas con un área facial más pequeña o colchón más grande Cambiar dispositivo
Congestión nasal	Escoger interfaz adecuada y tamaño Utilizar descongestionantes tópicos y/o sistémicos Optimizar presión soporte
Distensión gástrica y vómitos	Escoger interfaz adecuada y tamaño Considerar antieméticos Considerar simeticona Lavado gástrico si se considera necesario

Tomado de (Carron et al., 2013)

Contraindicaciones y predictores de fallo para cánula de alto flujo

El principal riesgo con la terapia CAF es similar a la VNI que sería el retraso en ofrecer VMI en pacientes que lo ameriten. En un estudio retrospectivo (Kang et al., 2015) documentó que aquellos pacientes que presentaron falla respiratoria y ameritaron ventilación mecánica luego de 48 horas de utilizar terapia con CAF tuvieron mayor mortalidad y estancia en UCI que aquellos que presentaron falla y recibieron VMI en menor tiempo. Por anterior la contraindicación con CAF es la necesidad de VMI.

Dado que la terapia con CAF es un sistema relativamente novedoso las indicaciones para su uso están en pleno desarrollo también contraindicaciones claras están por desarrollarse, de momento se debe monitorizar de cerca las variables vitales del paciente para anticiparse al fallo y no retrasar la VMI. (Nishimura, 2016)

La terapia con CAF es un sistema ventilatorio abierto que puede generar PEEP, sin embargo, en este sistema la presión no está regulada como en la VNI y pesar que existe menor riesgo de barotrauma es algo a tener en consideración ya que en la literatura se ha descrito, aunque pocos, casos de neumotórax y neumomediastino con esta terapia. (Nishimura, 2016)

Debido al riesgo de retrasar la VMI en pacientes que lo ameriten se han buscado parámetros que nos ayuden a predecir cuando existe alta probabilidad de fallo con esta terapia, en un estudio prospectivo (Roca et al., 2016) se propuso un índice para medir la probabilidad de éxito en pacientes con neumonía en UCI tratados con CAF, este índice fue llamado ROX que se calcula con la fórmula $[SpO_2/FiO_2]/FR$. En este estudio se observó que en pacientes con un índice mayor a 4,88 a las 12 horas de iniciada la terapia tenían una alta probabilidad de éxito.

Dicho índice fue validado en un estudio prospectivo observacional multicéntrico (Roca et al., 2019) donde se corroboró que un puntaje mayor a 4,88 a las 2, 6 y 12 horas de iniciada la terapia se consideraba como predictor de éxito de forma confiable, en cambio un puntaje menor a 3,88 nos indica alto riesgo de falla y la ventilación invasiva debería ser discutida. (Roca et al., 2019)

Capítulo V: Propuesta para protocolo para uso de Ventilación mecánica no invasiva y Cánula de Alto flujo en Hospital Nacional de Geriatria y Gerontología

En el abordaje clínico de un paciente adulto mayor con falla respiratoria aguda es necesario tener un enfoque integral para poder definir de forma adecuada el escenario al que nos estamos enfrentado y así determinar los objetivos que tenemos con el paciente y con base a estos decidir el manejo que se le va a ofrecer.

La población adulta mayor es muy heterogénea principalmente debido a las comorbilidades que puede presentar, donde la mayoría de los pacientes presentan más de una patología crónica que podría predisponer que se genere una falla respiratoria aguda. (Ray et al., 2006)

Debido a esto es necesario mencionar que lo que se propone es un protocolo que sirva como guía para seleccionar de forma más acertada a los pacientes que se les va a ofrecer estas terapias con base en la revisión bibliográfica previamente desarrollada, sin embargo, debido a las características de nuestra población los escenarios clínicos que se plantean deberían ser aplicados de forma individualizada a cada paciente.

1- Abordaje Inicial

Al iniciar el abordaje se debe obtener los signos vitales con frecuencia respiratoria, cardíaca, presión arterial, saturación de oxígeno, glicemia, también valorar el estado de conciencia.

Se debe tratar de obtener información sobre la condición premórbida del paciente a nivel cuadrimensional ya que esto va a ser la base para establecer objetivos. Para esto se hace

énfasis en que a medida que sea posible desde la primera valoración intrahospitalaria se debe tratar de obtener una historia clínica que cuente con dicha información.

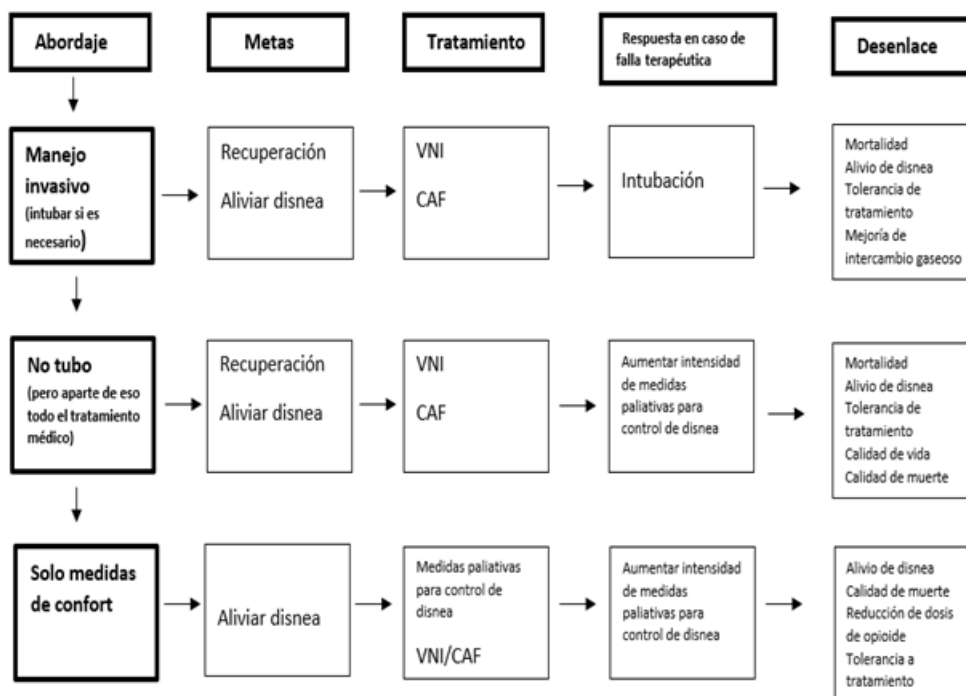
Además de forma ideal en caso de que se sospeche que el paciente está en riesgo de desarrollar falla respiratoria aguda se debe preguntar de antemano al paciente y/o los familiares sobre el deseo de recibir medidas invasivas de reanimación.

Lo anterior se realiza siempre que la condición del paciente lo permita y se cuente con la información deseada, sin embargo, si el paciente se encuentra con claudicación ventilatoria inminente se debe priorizar iniciar medidas de reanimación de forma inmediata.

Con la información que se tenga se deben establecer los objetivos que tengamos para el manejo del paciente lo cual será determinado según el juicio clínico del médico tratante. Para esto (Wilson et al., 2018a) en su metaanálisis hace la siguiente propuesta:

Figura 2

Metas de manejo de pacientes con falla respiratoria aguda



Tomado de (Wilson et al., 2018a)

Luego de determinar las metas con el paciente se debe identificar si el paciente se encuentra en falla respiratoria aguda para lo cual se puede utilizar los siguientes criterios clínicos:

Cuadro 4**Criterios clínicos de falla respiratoria aguda****Distrés respiratorio moderado a severo****Taquipnea (FR mayor a 25 /min)****Uso de músculos accesorios o respiración abdominal paradójica****Alteración gasométrica ($\text{pH} < 7.35$, $\text{PaCO}_2 > 45$ mmHg, $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 < 300$ o $\text{SpO}_2 < 92\%$ con FiO_2 en 0.5)**

Tomado de (Chawla et al., 2020)

En caso de determinar que el paciente se encuentra en falla respiratoria se debe asegurar que no tenga indicación de VMI y no se haya decidido que el paciente es “No Código” ya que en dicho caso se debe proceder sin demora a la ventilación invasiva.

Cuadro 5

Indicaciones para VMI

Apnea

Estado post paro cardiaco

Frecuencia respiratoria mayor a 35 rpm o disociación toracoabdominal

Hipoxemia grave (PaO₂ por debajo de 50 mmHg con Fio₂ mayor a 0.5) con acidosis grave (pH < 7,25)

Disminución del estado de conciencia

Necesidad de protección de la vía aérea

Tórax inestable

Tomado de (Gutiérrez Muñoz, n.d.)

2- Criterios de inclusión para pacientes con terapia con VNI y CAF

Una vez establecidos las metas de manejo del paciente y completado el abordaje inicial se debe valorar el inicio de la terapia no invasiva, para lo cual primero se debe tener claras las indicaciones de cada una para las distintas condiciones que se pueden presentar.

Cuadro 6
Indicaciones para VNI en falla respiratoria aguda

Exacerbación aguda de EPOC con pH menor a 7.35 y PCO₂ mayor a 45 mmHg (no usar de rutina en pacientes con normocapnia)

Edema pulmonar cardiogénico con PO₂ menor a 60 mmHg y/o PCO₂ mayor a 45 mmHg

Falla respiratoria hipoxémica se puede utilizar con PaFiO₂ mayor a 200, en condiciones más severa no está recomendada. Contraindicada a menos de 150 mmHg

En pacientes con exacerbación asmática que presenten hipercapnia

Pacientes inmunocomprometidos con falla respiratoria leve a moderada en etapa temprana puede utilizarse con un nivel de evidencia no tan claro

Pacientes post-operados que desarrollan falla respiratoria aguda

En pacientes con escala clínica de Fragilidad menor a 5, en caso de mayor puntaje individualizar según metas terapéuticas

Se puede ofrecer VNI a pacientes paliativos siempre que haya consenso, paciente y/o familiares estén enterados de las implicaciones

Tomado de (Chawla et al., 2020; Davidson et al., 2016; Rochwerg et al., 2017)

Cuadro 7

Indicaciones para uso de cánula de alto flujo

Indicación de cánula de alto flujo en falla respiratoria
Pacientes con falla respiratoria sin hipoxémica sin hipercapnia (por ejemplo, pacientes con neumonía)
Paciente con alto riesgo post extubación
Pacientes inmunocomprometidos con falla respiratoria
Pacientes con falla respiratoria hipercápnica que presentan intolerancia a VNI
Pacientes de cuidado paliativo que tengan contraindicación o intolerancia a VNI
Insuficiencia cardíaca VNI es de primera línea, pero CAF se puede utilizar si hay intolerancia

Tomado de (Helviz & Einav, 2018; Masclans et al., 2015; Ricard et al., 2020)

3-Inicio de terapia de soporte con CAF o VNI

Para inicio de la VNI se recomienda los siguientes pasos (Jiménez Murillo & Montero Pérez, 2018):

- Explicar el procedimiento al paciente para aumentar la cooperación y disminuir la ansiedad.
- Cada vez que se modifique un parámetro del ventilador comentar al paciente las sensaciones que recibe
- Elegir el tamaño y la interfase mejor tolerados.
- Colocar al paciente semisentado a 30-45°
- Encender el respirador y comenzar con presiones bajas

- Asegurarse que está conectado a una fuente de oxígeno con humidificador y que está abierta la válvula de escape de CO₂
- Inicialmente, se administra oxígeno con una FiO₂ 40%, para conseguir una SaO₂ superior al 90%
- Antes de fijar la interfaz, se ajusta manualmente la mascarilla en la cara del paciente, manteniéndola durante breves períodos de tiempo, comentando sus percepciones y tolerándose las fugas, hasta que el paciente se adapte al ventilador. El objetivo inicial, en este momento es la adaptación y sincronía del paciente con el ventilador.
- Almohadillar el puente nasal (no es necesario con la mascarilla facial completa ni con la escafandra)
- Cuando el paciente tolere la mascarilla, se ajusta la fijación y se comprueba que no existen fugas importantes entre la cara y la mascarilla.

Se recomienda de los siguientes parámetros inicialmente (Ghosh & Elliott, 2019):

- Mascarilla: completa. Evitar la mascarilla nasal, salvo casos seleccionados como claustrofobia, existe mayor beneficio con escafandra, aunque se ha reportado menor tolerancia
- Parámetros iniciales:
 - EPAP: 3 cmH₂O se puede titular hasta 8cmH₂O
(Condiciones que ameriten EPAP > 8 cmH₂O: obesidad severa IMC> 35, reclutamiento en hipoxia o cifoescoliosis severas, para mantener adecuada presión de soporte cuando hay obstrucción severa de vía aérea)
 - IPAP en EPOC, Obesidad e hipoventilación, cifoescoliosis severa: 15 cmH₂O
 - IPAP: 20, si pH < 7.35
 - Frecuencia respiratoria de apoyo: 16-20
 - Razón I: E, según condición: 0.8 a 1.2 s en EPOC

Para inicio de Cánula de alto flujo se recomienda como parámetros de inicio (Ischaki et al., 2017):

Parámetros de inicio:

FiO₂ 100%

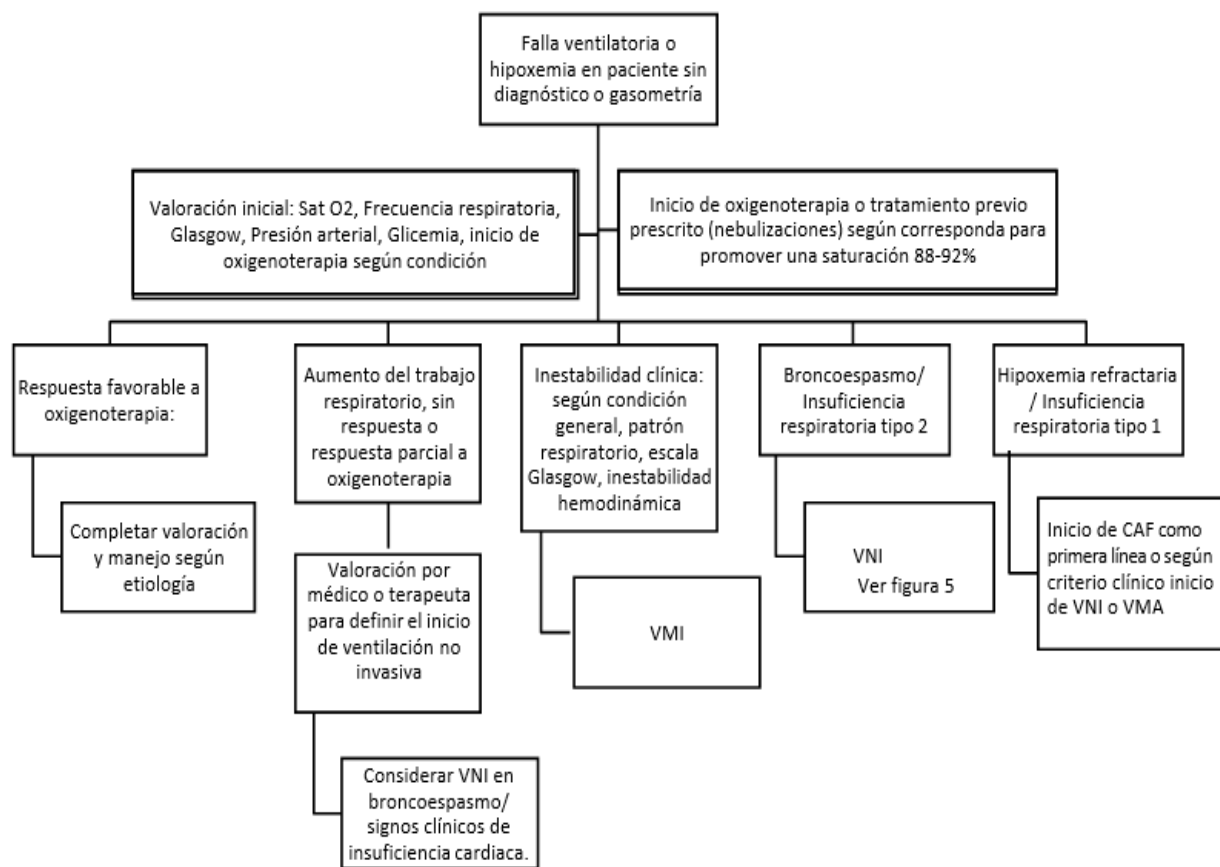
Flujo 60L/ min

Temperatura 37 °C

Luego del abordaje inicial del paciente se decidirá el inicio de la terapia no invasiva según el escenario clínico en el que nos encontremos, los cuales expondremos a continuación:

Figura 3

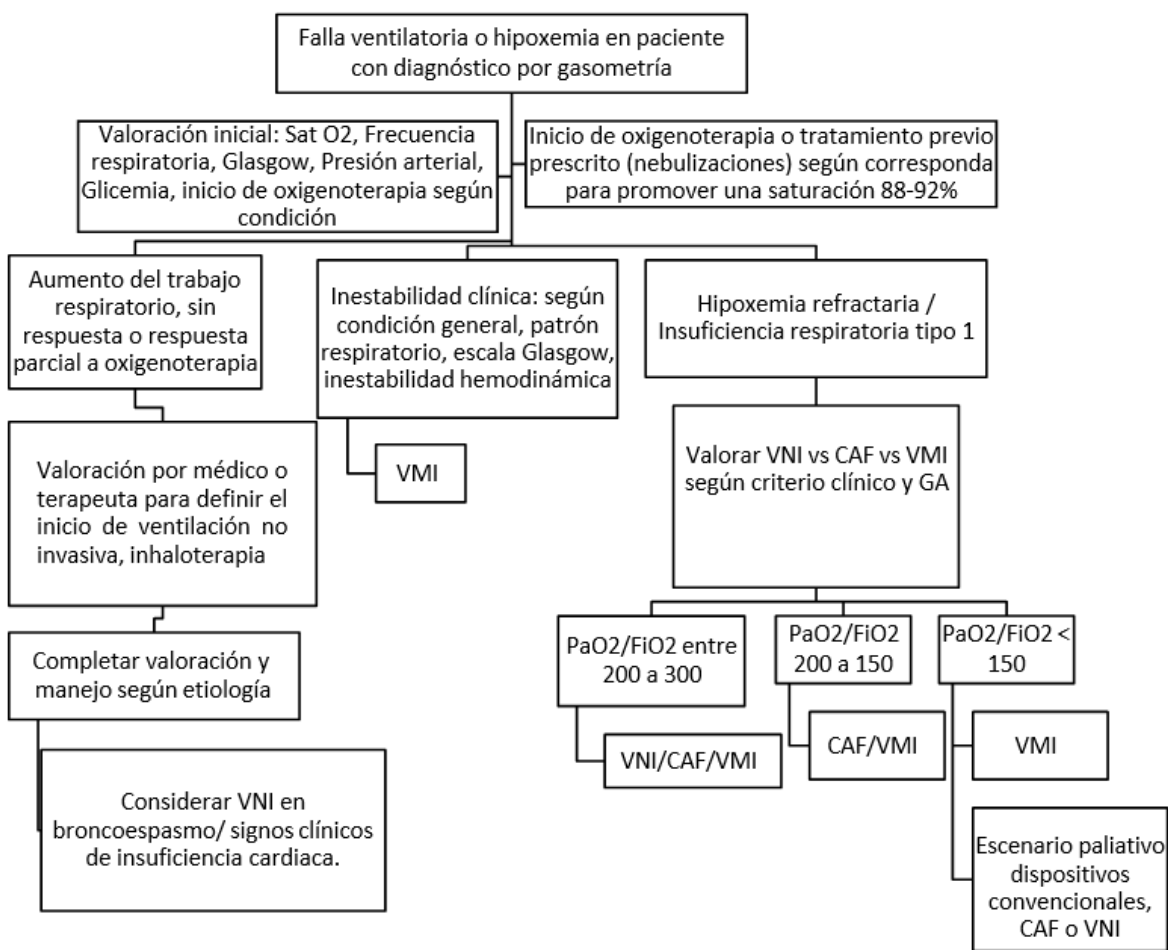
Falla hipoxémica en pacientes sin diagnóstico o gasometría



Modificado de (Madrigal et al., 2019)

Figura 4

Falla ventilatoria en paciente con diagnóstico por gasometría



Modificado de (Madrigal et al., 2019)

Recomendaciones

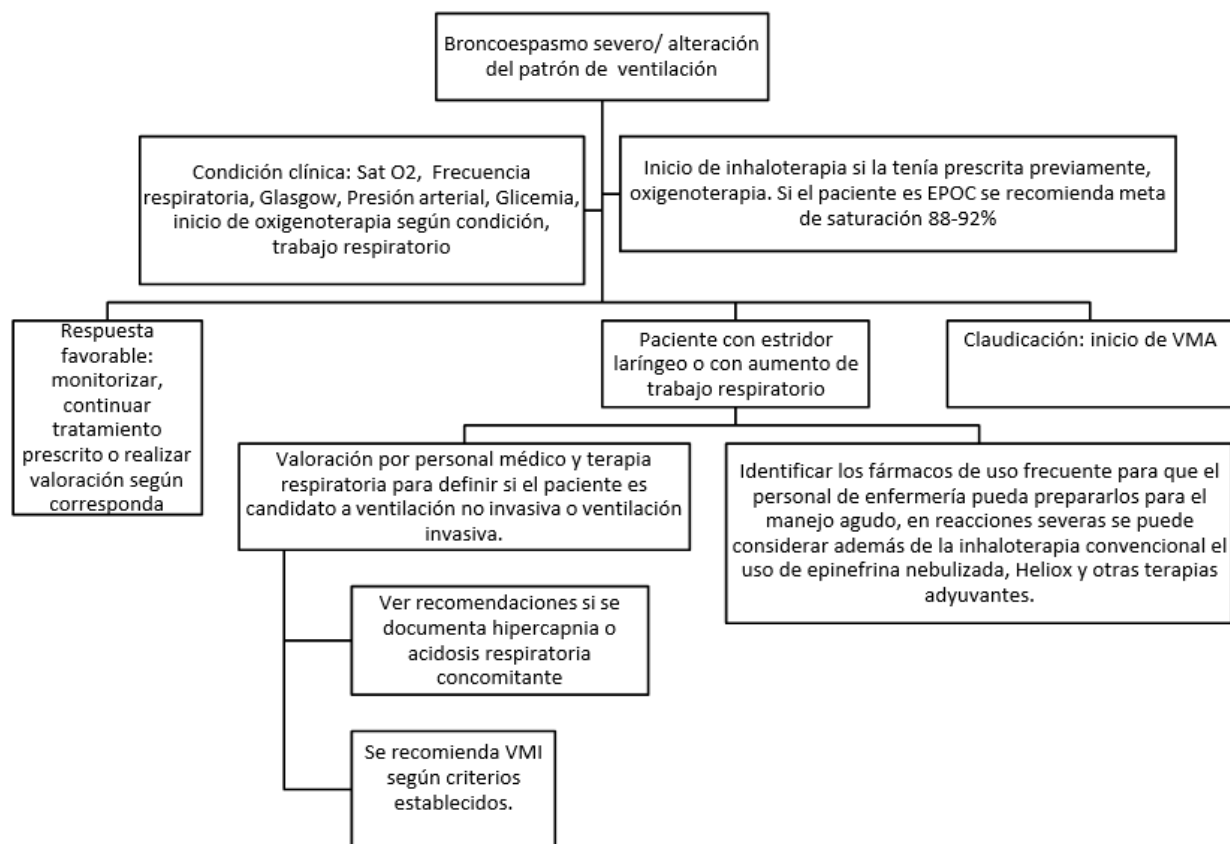
- En pacientes con pH menor a 7.25 se puede hacer inicio de terapia con VNI con la salvedad de que a mayor acidosis mayor riesgo de fallo de VNI por lo que debería estar en un lugar que se puede iniciar VMI sin demora, pH menor a 7,15 es una contraindicación relativa. (Chawla et al., 2020)

-En paciente con EPOC exacerbado o en crisis asmática que se desee intentar inicio con VNI está recomendado iniciar con modo BIPAP. (Davidson et al., 2016)

- En falla respiratoria hipercápnica de modo inicial se puede empezar con IPAP a 15 cmH₂O (20 si pH menor a 7.25) y titular cada 10-30 min hasta máximo 30 cmH₂O hasta alcanzar un mejor patrón respiratorio y una disminución de la frecuencia respiratoria. EPAP se puede iniciar a 3 cmH₂O y no debería sobrepasar 8 cmH₂O salvo en condiciones específicas (IMC mayor a 35, para reclutamiento alveolar, contrarrestar PEEP intrínseco en obstrucción de flujo severo o mantener presión soporte adecuada cuando se requiere un EPAP elevado)(Davidson et al., 2016)

-Si se documenta ICC se recomienda como primera línea VNI tanto BIPAP como CPAP sin embargo en caso de hipercapnia concomitante se recomienda BIPAP, además de presentar intolerancia o contraindicación se podría usar CAF inicialmente (Chawla et al., 2020)

Figura 5

Broncoespasmo severo/alteración del patrón de ventilación

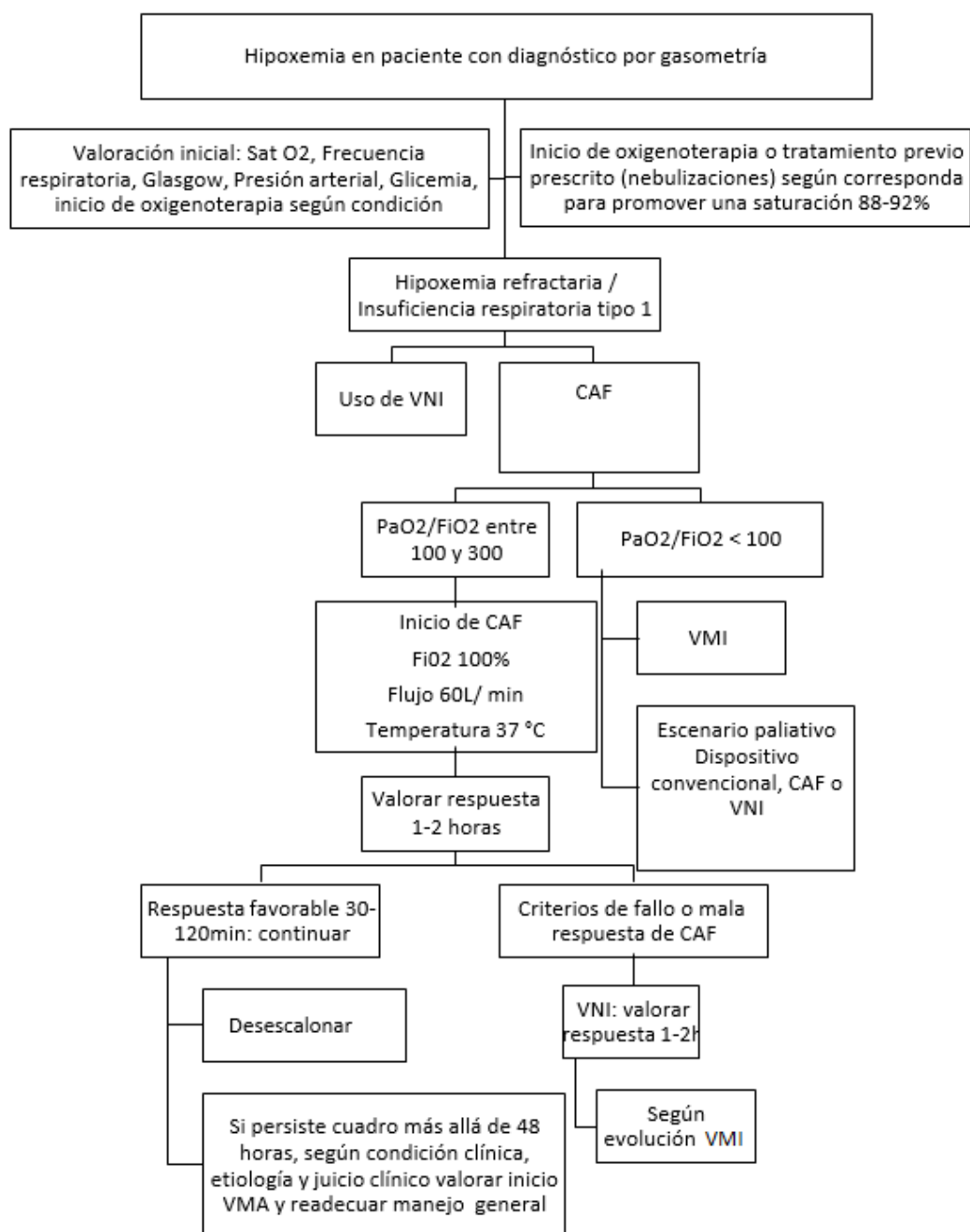
Modificado de (Madrigal et al., 2019)

Recomendaciones

-En pacientes con Broncoespasmo severo no hay evidencia clara de que la VNI sea beneficiosa salvo en aquellos casos en que se desarrolla hipercapnia, en caso contrario se debe valorar inicio sin demora de VMI mientras se corrige condición de fondo(Ghosh & Elliott, 2019)

Figura 6

Hipoxemia en paciente con diagnóstico por gasometría



Modificado de (Madrigal et al., 2019)

4- Mantenimiento de terapia

A- Una vez iniciada la terapia se deben establecer metas terapéuticas para definir si la misma está siendo exitosa o se debe avanzar a una etapa más invasiva.

Dentro del monitoreo mínimo se incluye (Masclans et al., 2015):

- Saturación de oxígeno
- Medición intermitente de PCO₂ (según condición se recomienda en 1, 4 y 12 horas, se ha visto que la mayor respuesta con VNI se observa en las primeras 4 horas)
- Monitoreo cardíaco sobre todo si paciente tiene frecuencia cardiaca mayor a 120 o trastorno de ritmo asociado
- Se recomienda mantener la VNI por el mayor tiempo posible en las primeras 24 horas, luego de ese tiempo se recomienda inicio de deshabitación

B- Dentro de los objetivos a obtener se plantea (Ghosh & Elliott, 2019):

Ventilación no invasiva (Jiménez Murillo & Montero Pérez, 2018)

- Saturación meta 88-92 % en todos los pacientes con falla respiratoria hipercápica
- El pH meta en 7.2-7.4
- Hipercapnia permisiva si la presión inspiratoria es de > 30 cmH₂O
- Frecuencia respiratoria menor a 15 rpm

Cánula de alto flujo (Ischaki et al., 2017)

- Saturación mayor a 88%
- Frecuencia respiratoria menor a 25 rpm

-PH menor a 7.35, PCO2 menor a 45 mmHg

C- Correcciones técnicas

En los cuadros 3 y 4 se identificó condiciones clínicas que podrían llevar a falla en VNI, a continuación, se enumeran situaciones técnicas que podrían presentarse y como corregirlas:

Cuadro 8
Problemas técnicos y soluciones para VNI

Problema	Causa	Solución
Ventilador ciclando independiente del paciente	Sensibilidad de gatillo muy alta Exceso de fuga en interfase	Ajustar gatillo Reducir fuga de mascarilla
Ventilador no cicla a pesar de esfuerzo visible de paciente	Exceso de fuga en interfase Sensibilidad de gatillo muy baja	Reducir fuga de mascarilla Ajustar gatillo
Expansión torácica inadecuada a pesar de ciclado aparente	Volumen tidal inadecuado	Aumentar IPAP
Respiración paradójica	Obstrucción de vía aérea superior	Evitar flexión de cuello Aumentar EPAP
Esfuerzo espiratorio prematuro del paciente	Tiempo inspiratorio excesivo o IPAP	Ajustar según requerimientos

Tomado de (Davidson et al., 2016)

Para predicción de falla terapéutica se menciona el puntaje HACOR para VNI y el índice ROX para CAF. Estos instrumentos nos orientan a que existe un alto peligro de que la terapia instaurada no va a ser exitosa sin embargo no son contraindicación. Aunque si nos orienta que tenemos que estar preparados para el inicio inminente de la terapia con VMI.

Se considera necesario pasar a la unidad de cuidado intermedio si existe alguna de las siguientes condiciones y el paciente no es considerado de manejo paliativo (Davidson et al., 2016):

- Falla ventilatoria inminente (a criterio del médico tratante)
- Fallo de la terapia en cuanto a soporte ventilatorio y/o falla en corrección de trastorno de base (insuficiencia respiratoria tipo 2)
- Incapacidad de mantener una saturación entre 85-88%
- Otra necesidad de monitorización, necesidad de sedación u otra condición que por su complejidad requiera de mayor atención, supervisión, monitorización.

5-Finalización de Ventilación no Invasiva y CAF

Para la terapia se valorará suspender ya sea porque se considera falla terapéutica o que la mejoría clínica de paciente ya lo permite para estos existen diversos parámetros que se deben considerar.

Una serie de preguntas que podríamos plantearnos ante la falla terapéutica que nos puede ayudar a definir si es necesario suspender la VNI son las siguientes: (Ghosh & Elliott, 2019)

1- ¿Se ha administrado la ventilación no invasiva de manera óptima (en términos de calidad de ajuste de la mascarilla, sincronía entre el paciente y el ventilador y el aumento adecuado de las presiones)? Si no es así, ajuste o cambie la interfaz y realice los cambios necesarios en la configuración del ventilador

2- ¿Cuánto tiempo ha estado el paciente en el hospital? Cuanto más tiempo haya estado el paciente en el hospital, es menos probable que se obtenga un resultado favorable con la ventilación no invasiva

3- ¿Hay factores que aún son potencialmente reversibles? Si no es así, existe el riesgo de prolongar el proceso de muerte

4- ¿Cuál era el estado funcional del paciente antes del ingreso? Un mal estado funcional se asocia con un peor resultado

Entre más preguntas se responda de forma afirmativa debería orientarnos más a la suspensión de la VNI y pasar a soporte invasivo u optimización de medidas paliativas según sea el caso.

Criterios de suspensión de VNI por falla terapéutica (Jiménez Murillo & Montero Pérez, 2018) :

-Intolerancia a la mascarilla.

-Deterioro del estado de conciencia que no permita la colaboración del paciente

- Hipoxemia refractaria, con Sat O₂ inferior al 90% a pesar de una FiO₂ de 1 (100%)

- Agitación psicomotriz que no responda a medicación

- No mejoría o deterioro de la PCO₂ o de la disnea, después de 30 min de aplicación del dispositivo.

- Aparición de inestabilidad hemodinámica, arritmias ventriculares o infarto agudo de miocardio.

- Fracaso multiorgánico.

-Fatiga muscular.

- Existencia de criterios mayores de intubación

Criterios de suspensión de CAF por falla terapéutica (Ischaki et al., 2017):

Presencia de al menos 1:

- FR > 35
- Saturación O₂ < 88-92%,
- Acidosis respiratoria (PaCO₂ >45 mmHg, pH <7.35)
- Asincronía en patrón de respiración tóraco- abdominal
- Uso persistente de músculos accesorios de ventilación, inestabilidad hemodinámica.
- PaO₂/FiO₂ menor a 100 se recomienda inicio de VMI

En caso de presentar alguno se podría intentar traslape a VNI por 1-2 horas antes de proceder a VMI

Deshabitación y suspensión por éxito en terapia

Ventilación no Invasiva

Al obtener los objetivos planteados con el paciente (Jiménez Murillo & Montero Pérez, 2018):

- Ausencia de disnea o frecuencia respiratoria inferior a 25 rpm
- PaO₂ superior a 75 mmHg, con FiO₂ de 0,5 (50%)
- Control del factor desencadenante (edema pulmonar, neumonía, etc.)

- pH igual o mayor a 7,35
- Volumen corriente espirado igual o mayor a 8-10 ml/kg en pacientes hipoxémicos, o igual o mayor a 6 ml/kg en pacientes con (EPOC)
- Descenso progresivo de la presión positiva a niveles de 2-3 cmH₂O, hasta disminuir los requerimientos de FiO₂ por debajo de 0,5 (50%), manteniendo una SaO₂ superior al 90%, o una PaO₂ igual o mayor a 60 mmHg

Se debe proceder a desescalonar la VNI, para esto (Chawla et al., 2020) propone el siguiente protocolo:

Reducir progresivamente la duración de la VNI durante un período de 3-4 días una vez que el paciente cumple los criterios para el destete.

Inicialmente, el destete debe realizarse durante el día con ventilación durante la noche. Durante las primeras 24 horas en cada 3 horas, una hora sin VNI (excepto durante el período nocturno), en el segundo día cada 3 horas, dos horas sin NIV (excepto durante el período nocturno) y en el tercer día NIV solo se puede usar durante el período nocturno.

La VNI puede suspenderse el día 4 a menos que la continuación esté clínicamente indicada, por ejemplo, unas pocas horas durante el día y seis horas o más durante la noche.

Otro protocolo planteado: día 1 VNI por todo el día, día 2 la VNI se utilizó durante 16 horas (incluidas 6-8 horas de VNI nocturna), el día 3, 12 horas de VNI (incluidas las 6-8 horas de VNI nocturna), día 4 se interrumpe la terapia.

También se recomienda la reducción gradual (2-3 cmH₂O) de IPAP y EPAP durante un período de 6-8h y la eliminación de VNI una vez que el paciente tolera IPAP de 6-8 cmH₂O y EPAP de 4-5 cmH₂O.

En un estudio (Venkatnarayan et al., 2020) se comparó la estrategia de destete escalonado contra la suspensión inmediata y aunque se observó menor riesgo de fallo en la primera estrategia no se documentó diferencia significativa.

CAF

Al alcanzar objetivos de terapia se puede proceder de la siguiente forma para suspender la terapia con CAF(Ischaki et al., 2017)

Primero disminuir FiO₂ cada hora

Cuando FiO₂ sea < 40% disminuir flujo 5 L/min

Cuando flujo se disminuya a <15 L/min, iniciar oxigenoterapia convencional

Conclusiones

- 1- La VNI es una terapia cuyo éxito depende en gran parte de saber elegir adecuadamente al paciente y el monitoreo para detectar de forma temprana cuando la misma no está teniendo la respuesta deseada
- 2- Tanto la falla respiratoria hipercápnica como el edema pulmonar cardiogénico son las principales indicaciones de primera línea de la VNI
- 3- La terapia con CAF debido a ser relativamente de recién aparición tiene menos evidencia científica en comparación a VNI para ciertas situaciones, pero se ha convertido en una alternativa a la VNI en determinadas condiciones de falla respiratoria
- 4- Para lograr una mayor tasa de éxito en la utilización de este tipo de terapia se debe realizar una constante retroalimentación sobre los resultados obtenidos para detectar detalles a mejorar
- 5- Los AM, a pesar de que en algunos estudios son considerados de alto riesgo, son una población en las que tanto la VNI y CAF juegan un papel importante en el manejo de condiciones de alta prevalencia como EPOC, ICC, Neumonía entre otras
- 6- El HNGG como hospital especializado en AM debería ser pionero en generar evidencia sobre la respuesta de esta terapia en esta población para lo cual se debería registrar la evolución de los pacientes y sus características
- 7- Los diferentes protocolos del hospital se deberían revisar periódicamente para mantener la información actualizada y así mejorar la atención a los pacientes en distintas situaciones

Bibliografía

- Abdelgalel, E. F. (2016). Dexmedetomidine versus haloperidol for prevention of delirium during non-invasive mechanical ventilation. *Egyptian Journal of Anaesthesia*, 32(4), 473–481. <https://doi.org/10.1016/j.egja.2016.05.008>
- Agarwal, A., Basmaji, J., Muttalib, F., Granton, D., Chaudhuri, D., Chetan, D., Hu, M., Fernando, S. M., Honarmand, K., Bakaa, L., Brar, S., Rochweg, B., Adhikari, N. K., Lamontagne, F., Murthy, S., Hui, D. S. C., Gomersall, C., Mubareka, S., Diaz, J. v., Vandvik, P. O. (2020). High-flow nasal cannula for acute hypoxemic respiratory failure in patients with COVID-19: systematic reviews of effectiveness and its risks of aerosolization, dispersion, and infection transmission. In *Canadian Journal of Anesthesia* (Vol. 67, Issue 9, pp. 1217–1248). Springer. <https://doi.org/10.1007/s12630-020-01740-2>
- Arabi, Y. M., Al-Sayyari, A. A., & al Moamary, M. S. (2018). Shifting paradigm: From “no Code” and “do-Not-Resuscitate” to “goals of Care” policies. In *Annals of Thoracic Medicine* (Vol. 13, Issue 2, pp. 67–71). Medknow Publications. https://doi.org/10.4103/atm.ATM_393_17
- Bates, C. G. (2020). Chronic Obstructive Pulmonary Disease. In J. E. Tintinalli, O. J. Ma, D. M. Yealy, G. D. Meckler, J. S. Stapczynski, D. M. Cline, & S. H. Thomas (Eds.), *Tintinalli's Emergency Medicine: A Comprehensive Study Guide*, 9e. McGraw-Hill Education. accessmedicine.mhmedical.com/content.aspx?aid=1166533123
- Carlson, J. N., & Wang, H. E. (2020). Noninvasive Airway Management and Supraglottic Airways. In J. E. Tintinalli, O. J. Ma, D. M. Yealy, G. D. Meckler, J. S. Stapczynski, D. M. Cline, & S. H. Thomas (Eds.), *Tintinalli's Emergency Medicine: A Comprehensive Study Guide*, 9e. McGraw-Hill Education. accessmedicine.mhmedical.com/content.aspx?aid=1179046433

- Carron, M., Freo, U., Bahammam, A. S., Dellweg, D., Guarracino, F., Cosentini, R., Feltracco, P., Vianello, A., Ori, C., & Esquinas, A. (2013). Complications of non-invasive ventilation techniques: A comprehensive qualitative review of randomized trials. In *British Journal of Anaesthesia* (Vol. 110, Issue 6, pp. 896–914). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/bja/aet070>
- Chawla, R., Dixit, S. B., Zirpe, K. G., Chaudhry, D., Khilnani, G. C., Mehta, Y., Khatib, K. I., Jagiasi, B. G., Chanchalani, G., Mishra, R. C., Samavedam, S., Govil, D., Gupta, S., Prayag, S., Ramasubban, S., Dobariya, J., Marwah, V., Sehgal, I., Jog, S. A., & Kulkarni, A. P. (2020). ISCCM guidelines for the use of non-invasive ventilation in acute respiratory failure in adult ICUS. *Indian Journal of Critical Care Medicine*, 24, 61–81. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10071-G23186>
- Cortegiani, A., Crimi, C., Sanfilippo, F., Noto, A., di Falco, D., Grasselli, G., Gregoretti, C., & Giaratano, A. (2019). High flow nasal therapy in immunocompromised patients with acute respiratory failure: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Critical Care*, 50, 250–256. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2018.12.015>
- Cortegiani, A., Longhini, F., Madotto, F., Groff, P., Scala, R., Crimi, C., Carlucci, A., Bruni, A., Garofalo, E., Raineri, S. M., Tonelli, R., Comellini, V., Lupia, E., Vetrugno, L., Clini, E., Giaratano, A., Nava, S., Navalesi, P., Gregoretti, C., ... Taliani, M. R. (2020). High flow nasal therapy versus noninvasive ventilation as initial ventilatory strategy in COPD exacerbation: a multicenter non-inferiority randomized trial. *Critical Care*, 24(1). <https://doi.org/10.1186/s13054-020-03409-0>
- Davidson, C., Banham, S., Elliott, M., Kennedy, D., Gelder, C., Glossop, A., Church, C., Creagh-Brown, B., Dodd, J., Felton, T., Foëx, B., Mansfield, L., McDonnell, L., Parker, R., Patterson, C., Sovani, M., & Thomas, L. (2016). British thoracic society/intensive care society guideline for the ventilatory management of acute hypercapnic respiratory failure in adults. *BMJ Open Respiratory Research*, 3(1), 1–11. <https://doi.org/10.1136/bmjresp-2016-000133>

- Duan, J., Bai, L., Zhou, L., Han, X., & Huang, S. (2019). Decreasing re-intubation using prophylactic noninvasive ventilation in elderly patients: A propensity-matched study. *Journal of Critical Care*, 50, 77–81. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2018.11.019>
- Duan, J., Wang, S., Liu, P., Han, X., Tian, Y., Gao, F., Zhou, J., Mou, J., Qin, Q., Yu, J., Bai, L., Zhou, L., & Zhang, R. (2019). Early prediction of noninvasive ventilation failure in COPD patients: derivation, internal validation, and external validation of a simple risk score. *Annals of Intensive Care*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/s13613-019-0585-9>
- Ferrero, G. (n.d.). *CONSENSO CHILENO DE VENTILACIÓN NO INVASIVA XII. Modos ventilatorios en ventilación no invasiva XII. Ventilatory modes for noninvasive ventilation.*
- Ferreiro, B. L., Angriman, F., Munshi, L., del Sorbo, L., Ferguson, N. D., Rochwerf, B., Ryu, M. J., Saskin, R., Wunsch, H., da Costa, B. R., & Scales, D. C. (2020). Association of Noninvasive Oxygenation Strategies with All-Cause Mortality in Adults with Acute Hypoxemic Respiratory Failure: A Systematic Review and Meta-analysis. In *JAMA - Journal of the American Medical Association* (Vol. 324, Issue 1, pp. 57–67). American Medical Association. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.9524>
- Frat, J. P., Coudroy, R., & Thille, A. W. (2019). Non-invasive ventilation or high-flow oxygen therapy: When to choose one over the other? In *Respirology* (Vol. 24, Issue 8, pp. 724–731). Blackwell Publishing. <https://doi.org/10.1111/resp.13435>
- Ghosh, D., & Elliott, M. W. (2019). CME: RESPIRATORY MEDICINE Acute non-invasive ventilation-getting it right on the acute medical take. In *Clinical Medicine* (Vol. 19).
- Grieco, D. L., Maggiore, S. M., Roca, O., Spinelli, E., Patel, B. K., Thille, A. W., Barbas, C. S. v., de Acilu, M. G., Cutuli, S. L., Bongiovanni, F., Amato, M., Frat, J.-P., Mauri, T., Kress, J. P., Mancebo, J., & Antonelli, M. (2021). Non-invasive ventilatory support and high-flow nasal oxygen as first-line treatment of acute hypoxemic respiratory failure and ARDS. *Intensive Care Medicine*. <https://doi.org/10.1007/s00134-021-06459-2>

- Gutiérrez Muñoz, F. (n.d.). Artículo de revisión Ventilación mecánica Mechanical Ventilation. In *Acta Med Per* (Vol. 28, Issue 2). <http://tratado.uninet.edu/c120102.html>
- Helviz, Y., & Einav, S. (2018). A Systematic Review of the High-flow Nasal Cannula for Adult Patients. In *Critical Care* (Vol. 22, Issue 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s13054-018-1990-4>
- Ischaki, E., Pantazopoulos, I., & Zakynthinos, S. (2017). Nasal high flow therapy: A novel treatment rather than a more expensive oxygen device. In *European Respiratory Review* (Vol. 26, Issue 145). European Respiratory Society. <https://doi.org/10.1183/16000617.0028-2017>
- Jaber, S., Bellani, G., Blanch, L., Demoule, A., Esteban, A., Gattinoni, L., Guérin, C., Hill, N., Laffey, J. G., Maggiore, S. M., Mancebo, J., Mayo, P. H., Mosier, J. M., Navalesi, P., Quintel, M., Vincent, J. L., & Marini, J. J. (2017). The intensive care medicine research agenda for airways, invasive and noninvasive mechanical ventilation. In *Intensive Care Medicine* (Vol. 43, Issue 9, pp. 1352–1365). Springer Verlag. <https://doi.org/10.1007/s00134-017-4896-8>
- Jiménez Murillo, L., & Montero Pérez, F. J. (2018). *Medicina de urgencias y emergencias : guía diagnóstica y protocolos de actuación* (6a. ed.). Elsevier.
- Johnson, C. S., Frei, C. R., Metersky, M. L., Anzueto, A. R., & Mortensen, E. M. (2014). Non-invasive mechanical ventilation and mortality in elderly immunocompromised patients hospitalized with pneumonia: A retrospective cohort study. *BMC Pulmonary Medicine*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/1471-2466-14-7>
- Kang, B. J., Koh, Y., Lim, C. M., Huh, J. W., Baek, S., Han, M., Seo, H. S., Suh, H. J., Seo, G. J., Kim, E. Y., & Hong, S. B. (2015). Failure of high-flow nasal cannula therapy may delay intubation and increase mortality. *Intensive Care Medicine*, 41(4), 623–632. <https://doi.org/10.1007/s00134-015-3693-5>

- Kara, I., Yildirim, F., Zerman, A., Gullu, Z., Boyaci, N., Aydogan, B. B., Gaygisiz, U., Gonderen, K., Arik, G., Turkoglu, M., Aydogdu, M., Aygencel, G., Ulger, Z., & Gursel, G. (2018). The impact of frailty on noninvasive mechanical ventilation in elderly medical intensive care unit patients. *Aging Clinical and Experimental Research*, 30(4), 359–366. <https://doi.org/10.1007/s40520-017-0774-z>
- Lemyze, M., de Halleux, G., Guiot, A., Bury, Q., Jonard, M., Granier, M., Thevenin, D., & Mallat, J. (2019). Outcome of frail do-not-intubate subjects with end-stage chronic respiratory failure and their opinion of noninvasive ventilation to reverse hypercapnic coma. *Respiratory Care*, 64(9), 1023–1030. <https://doi.org/10.4187/respcare.06346>
- Madrigal, F., Leandro, C., & Zuñiga, R. (2019). *Protocolo para uso de dispositivos de oxigenación y ventilación no invasiva para el Hospital Nacional de Geriátrica y Gerontología*.
- Masclans, J. R., Pérez-Terán, P., & Roca, O. (2015). The role of high flow oxygen therapy in acute respiratory failure. In *Medicina Intensiva* (Vol. 39, Issue 8, pp. 505–515). Ediciones Doyma, S.L. <https://doi.org/10.1016/j.medin.2015.05.009>
- McKinstry, S., Singer, J., Baarsma, J. P., Weatherall, M., Beasley, R., & Fingleton, J. (2019). Nasal high-flow therapy compared with non-invasive ventilation in COPD patients with chronic respiratory failure: A randomized controlled cross-over trial. *Respirology*, 24(11), 1081–1087. <https://doi.org/10.1111/resp.13575>
- Monro-Somerville, T., Sim, M., Ruddy, J., Vilas, M., & Gillies, M. A. (2017). The Effect of High-Flow Nasal Cannula Oxygen Therapy on Mortality and Intubation Rate in Acute Respiratory Failure: A Systematic Review and Meta-Analysis. In *Critical Care Medicine* (Vol. 45, Issue 4, pp. e449–e456). Lippincott Williams and Wilkins. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000002091>
- Montoneri, G., Noto, P., Trovato, F. M., Mangano, G., Malatino, L., & Carpinteri, G. (2019). Outcomes of non-invasive ventilation in “very old” patients with acute respiratory

- failure: A retrospective study. *Emergency Medicine Journal*, 36(5), 303–305.
<https://doi.org/10.1136/emered-2018-207563>
- Nishimura, M. (2016). High-flow nasal cannula oxygen therapy in adults: Physiological benefits, indication, clinical benefits, and adverse effects. *Respiratory Care*, 61(4), 529–541. <https://doi.org/10.4187/respcare.04577>
- Ornico, S. R., Lobo, S. M., Sanches, H. S., Deberaldini, M., Tófoli, L. T., Vidal, A. M., Schettino, G. P., Amato, M. B., Carvalho, C. R., & Barbas, C. S. (2013). Noninvasive ventilation immediately after extubation improves weaning outcome after acute respiratory failure: A randomized controlled trial. *Critical Care*, 17(2).
<https://doi.org/10.1186/cc12549>
- Ozyilmaz, E., Ugurlu, A. O., & Nava, S. (2014). Timing of noninvasive ventilation failure: Causes, risk factors, and potential remedies. In *BMC Pulmonary Medicine* (Vol. 14, Issue 1). <https://doi.org/10.1186/1471-2466-14-19>
- Piroddi, I. M. G., Barlascini, C., Esquinas, A., Braidò, F., Banfi, P., & Nicolini, A. (2017). Non-invasive mechanical ventilation in elderly patients: A narrative review. In *Geriatrics and Gerontology International* (Vol. 17, Issue 5, pp. 689–696). Blackwell Publishing.
<https://doi.org/10.1111/ggi.12810>
- Pulliam, K. E., & Pritts, T. A. (2019). Non-invasive Ventilatory Support in the Elderly. In *Current Geriatrics Reports* (Vol. 8, Issue 3, pp. 153–159). Springer New York LLC.
<https://doi.org/10.1007/s13670-019-00287-5>
- Ray, P., Birolleau, S., Lefort, Y., Becquemin, M. H., Beigelman, C., Isnard, R., Teixeira, A., Arthaud, M., Riou, B., & Boddaert, J. (2006). Acute respiratory failure in the elderly: Etiology, emergency diagnosis and prognosis. *Critical Care*, 10(3).
<https://doi.org/10.1186/cc4926>
- Ricard, J. D., Roca, O., Lemiale, V., Corley, A., Braunlich, J., Jones, P., Kang, B. J., Lellouche, F., Nava, S., Rittayamai, N., Spoletini, G., Jaber, S., & Hernandez, G. (2020). Use of nasal

- high flow oxygen during acute respiratory failure. *Intensive Care Medicine*, 46(12), 2238–2247. <https://doi.org/10.1007/s00134-020-06228-7>
- Roca, O., Caralt, B., Messika, J., Samper, M., Sztrymf, B., Hernández, G., García-De-Acilu, M., Frat, J. P., Masclans, J. R., & Ricard, J. D. (2019). An index combining respiratory rate and oxygenation to predict outcome of nasal high-flow therapy. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 199(11), 1368–1376. <https://doi.org/10.1164/rccm.201803-05890C>
- Roca, O., Messika, J., Caralt, B., García-de-Acilu, M., Sztrymf, B., Ricard, J. D., & Masclans, J. R. (2016). Predicting success of high-flow nasal cannula in pneumonia patients with hypoxemic respiratory failure: The utility of the ROX index. *Journal of Critical Care*, 35, 200–205. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2016.05.022>
- Rochwerg, B., Brochard, L., Elliott, M. W., Hess, D., Hill, N. S., Nava, S., Navalesi, P., Antonelli, M., Brozek, J., Conti, G., Ferrer, M., Guntupalli, K., Jaber, S., Keenan, S., Mancebo, J., Mehta, S., & Raoof, S. (2017). Official ERS/ATS clinical practice guidelines: Noninvasive ventilation for acute respiratory failure. In *European Respiratory Journal* (Vol. 50, Issue 4). European Respiratory Society. <https://doi.org/10.1183/13993003.02426-2016>
- Rochwerg, B., Einav, S., Chaudhuri, D., Mancebo, J., Mauri, T., Helviz, Y., Goligher, E. C., Jaber, S., Ricard, J. D., Rittayamai, N., Roca, O., Antonelli, M., Maggiore, S. M., Demoule, A., Hodgson, C. L., Mercat, A., Wilcox, M. E., Granton, D., Wang, D., ... Burns, K. E. A. (2020). The role for high flow nasal cannula as a respiratory support strategy in adults: a clinical practice guideline. *Intensive Care Medicine*, 46(12), 2226–2237. <https://doi.org/10.1007/s00134-020-06312-y>
- Rochwerg, B., Granton, D., Wang, D. X., Helviz, Y., Einav, S., Frat, J. P., Mekontso-Dessap, A., Schreiber, A., Azoulay, E., Mercat, A., Demoule, A., Lemiale, V., Pesenti, A., Riviello, E. D., Mauri, T., Mancebo, J., Brochard, L., & Burns, K. (2019). High flow nasal cannula compared with conventional oxygen therapy for acute hypoxemic respiratory failure:

a systematic review and meta-analysis. In *Intensive Care Medicine* (Vol. 45, Issue 5, pp. 563–572). Springer Verlag. <https://doi.org/10.1007/s00134-019-05590-5>

Ruangsomboon, O., Dorongthom, T., Chakorn, T., Monsomboon, A., Praphruekit, N., Limsuwat, C., Surabenjawong, U., Riyapan, S., Nakornchai, T., & Chaisirin, W. (2020). High-Flow Nasal Cannula versus Conventional Oxygen Therapy in Relieving Dyspnea in Emergency Palliative Patients With Do-Not-Intubate Status: A Randomized Crossover Study. *Annals of Emergency Medicine*, 75(5), 615–626. <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2019.09.009>

Scala, R. (2016). Challenges on non-invasive ventilation to treat acute respiratory failure in the elderly. In *BMC Pulmonary Medicine* (Vol. 16, Issue 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s12890-016-0310-5>

Scala, R., & Pisani, L. (2018). Noninvasive ventilation in acute respiratory failure: Which recipe for success? *European Respiratory Review*, 27(149). <https://doi.org/10.1183/16000617.0029-2018>

Shang, Y., Pan, C., Yang, X., Zhong, M., Shang, X., Wu, Z., Yu, Z., Zhang, W., Zhong, Q., Zheng, X., Sang, L., Jiang, L., Zhang, J., Xiong, W., Liu, J., & Chen, D. (2020). Management of critically ill patients with COVID-19 in ICU: statement from front-line intensive care experts in Wuhan, China. In *Annals of Intensive Care* (Vol. 10, Issue 1). Springer. <https://doi.org/10.1186/s13613-020-00689-1>

Spicuzza, L., & Schisano, M. (2020). High-flow nasal cannula oxygen therapy as an emerging option for respiratory failure: the present and the future. In *Therapeutic Advances in Chronic Disease* (Vol. 11). SAGE Publications Ltd. <https://doi.org/10.1177/2040622320920106>

Stéphan, F., Barrucand, B., Petit, P., Rézaiguia-Delclaux, S., Médard, A., Delannoy, B., Cosserant, B., Flicoteaux, G., Imbert, A., Pilorge, C., Bérard, L., Camous, J., Kortchinsky, T., Massabie, P., Samain, E., Bastien, O., Richecoeur, J., Boulet, E., Sarrabay, P., & Ouattara, A. (2015). High-flow nasal oxygen vs noninvasive positive airway pressure

- in hypoxemic patients after cardiothoracic surgery: A randomized clinical trial. *JAMA - Journal of the American Medical Association*, 313(23), 2331–2339. <https://doi.org/10.1001/jama.2015.5213>
- Steriade, A. T., Johari, S., Sargarovschi, N., Necula, D., Tudose, C. E., Ionita, D., Bogdan, M. A., & Bumbacea, D. (2019). Predictors of outcome of noninvasive ventilation in severe COPD exacerbation. *BMC Pulmonary Medicine*, 19(1), 131. <https://doi.org/10.1186/s12890-019-0892-9>
- Sullivan, D. R., Kim, H., Gozalo, P. L., Bunker, J., & Teno, J. M. (2021). Trends in Noninvasive and Invasive Mechanical Ventilation among Medicare Beneficiaries at the End of Life. *JAMA Internal Medicine*, 181(1), 93–102. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2020.5640>
- Venkatnarayan, K., Khilnani, G. C., Hadda, V., Madan, K., Mohan, A., Pandey, R. M., & Guleria, R. (2020). A comparison of three strategies for withdrawal of noninvasive ventilation in chronic obstructive pulmonary disease with acute respiratory failure: Randomized trial. *Lung India*, 37(1), 3–7. https://doi.org/10.4103/lungindia.lungindia_335_19
- Wang, Y., Ni, Y., Sun, J., & Liang, Z. (2020). Use of High-Flow Nasal Cannula for Immunocompromise and Acute Respiratory Failure: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Emergency Medicine*, 58(3), 413–423. <https://doi.org/10.1016/j.jemermed.2020.01.016>
- Wang, Z., Wang, Y., Yang, Z., Wu, H., Liang, J., Liang, H., Lin, H., Chen, R., Ou, Y., Wang, F., Wang, Y., Wang, Y., Luo, W., Li, N., Li, Z., Xie, J., Jiang, M., & Li, S. (2021). The use of non-invasive ventilation in COVID-19: A systematic review. In *International Journal of Infectious Diseases* (Vol. 106, pp. 254–261). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2021.03.078>
- Wilson, M. E., Majzoub, A. M., Dobler, C. C., Curtis, J. R., Nayfeh, T., Thorsteinsdottir, B., Barwise, A. K., Tilburt, J. C., Gajic, O., Montori, V. M., & Murad, M. H. (2018a). Noninvasive ventilation in patients with do-not-intubate and comfort-measures-only

orders: A systematic review and meta-analysis. *Critical Care Medicine*, 46(8), 1209–1216. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000003082>

Wilson, M. E., Mittal, A., Dobler, C. C., Curtis, J. R., Majzoub, A. M., Soleimani, J., Gajic, O., Erwin, P. J., Montori, V. M., & Murad, M. H. (2020). High-flow nasal cannula oxygen in patients with acute respiratory failure and do-not-intubate or do-not-resuscitate orders: A systematic review. In *Journal of Hospital Medicine* (Vol. 15, Issue 2, pp. 101–106). Frontline Medical Communications. <https://doi.org/10.12788/jhm.3329>