



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA DE MEDICINA

Ventilación mecánica invasiva en pacientes COVID-19

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:

MÉDICO

Autor: León Bustamante, Juan Diego

Director: Bratta Castro, Diego Nicolás

LOJA

2023



Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NC-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

2023

Aprobación del director del Trabajo de Titulación

Loja, 06 de septiembre del 2022

Doctor

Vícto Hugo Vaca Merino

Director de la carrera de Medicina

Ciudad.-

De mi consideración:

Me permito comunicar que, en calidad de director del presente Trabajo de Titulación denominado: Ventilación mecánica invasiva en pacientes COVID-19 realizado por Juan Diego León Bustamante ha sido orientado y revisado durante su ejecución, así mismo ha sido verificado a través de la herramienta de similitud académica institucional, y cuenta con un porcentaje de coincidencia aceptable. En virtud de ello, y por considerar que el mismo cumple con todos los parámetros establecidos por la Universidad, doy mi aprobación a fin de continuar con el proceso académico correspondiente.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,

Director: Diego Nicolás Bratta Castro. Médico y Especialista en Medicina Interna y Terapia Intensiva y Medicina Critca Mención Adultos

C.I.: 1703844256

Correo electrónico: dnbratta@utpl.edu.ec

Declaración de autoría y cesión de derechos

Yo, Juan Diego León Bustamante, declaro y acepto en forma expresa lo siguiente:

Ser autor (a) del Trabajo de Titulación denominado: Ventilación mecánica invasiva en pacientes COVID-19, de la carrera de Medicina, específicamente de los contenidos comprendidos en: (se debe colocar los nombres de los capítulos elaborados en el Trabajo de Titulación), siendo Diego Nicolás Bratta Castro director (a) del presente trabajo; también declaro que la presente investigación no vulnera derechos de terceros ni utiliza fraudulentamente obras preexistentes. Además, ratifico que las ideas, criterios, opiniones, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad. Eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones judiciales o administrativas, en relación a la propiedad intelectual de este trabajo.

Que la presente obra, producto de mis actividades académicas y de investigación, forma parte del patrimonio de la Universidad Técnica Particular de Loja, de conformidad con el artículo 20, literal j), de la Ley Orgánica de Educación Superior; y, artículo 91 del Estatuto Orgánico de la UTPL, que establece: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”, en tal virtud, cedo a favor de la Universidad Técnica Particular de Loja la titularidad de los derechos patrimoniales que me corresponden en calidad de autor/a, de forma incondicional, completa, exclusiva y por todo el tiempo de su vigencia.

La Universidad Técnica Particular de Loja queda facultada para ingresar el presente trabajo al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública, en cumplimiento del artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Autor: Juan Diego León Bustamante

C.I.: 1105632523

Correo electrónico: juanleon7775@gmail.com

Dedicatoria

Este trabajo de investigación va dedicado a mi mamá, papá, hermanos mayores, familia y amigos, partes imprescindibles de mi formación humanística y social, que me permitieron alcanzar esta etapa anhelada en mi formación académica. Sumo también a mis mascotas, quienes sin decir una palabra fueron sostén emocional en esos días abrumadores, llenos de tareas y responsabilidades.

Agradecimiento

Agradezco a mi mamá, papá y tres hermanos mayores, quienes en su afán de verme crecer me han marcado con el mejor de los ejemplos y enseñanzas, por quienes sin duda daré mi mayor esfuerzo tratando de corresponder todo lo que en la vida se me ha otorgado. Este trabajo de titulación es prueba fehaciente de ello y solo es el inicio de mi proyecto de vida.

Índice de contenido

| | |
|---|------|
| Aprobación del director del Trabajo de Titulación | II |
| Declaración de autoría y cesión de derechos | III |
| Dedicatoria..... | V |
| Agradecimiento | VI |
| Índice de contenido | VII |
| Índice de tablas | VIII |
| Índice de figuras | VIII |
| 1. Resumen | 1 |
| 1. Abstract..... | 2 |
| 2. Introducción | 3 |
| 3. Capítulo uno | 5 |
| Marco teórico | 5 |
| 3.1 Covid-19..... | 5 |
| 3.1.1 <i>Etiología y epidemiología</i> | 5 |
| 3.1.2 <i>Manifestaciones clínicas</i> | 5 |
| 3.2 Síndrome de Distrés Respiratorio | 6 |
| 3.2.1 <i>Definición</i> | 6 |
| 3.2.2 <i>Fisiopatología</i> | 6 |
| 3.3 Ventilación Mecánica Invasiva..... | 7 |
| 3.3.1 <i>Concepto</i> | 7 |
| 3.3.2 <i>Modos ventilatorios</i> | 8 |
| 3.3.3 <i>Mecánica respiratoria</i> | 8 |
| 3.3.4 <i>Complicaciones de la ventilación mecánica invasiva</i> | 9 |
| 4. Capítulo dos | 11 |
| Método de la investigación..... | 11 |
| 4.1 Estrategia de Búsqueda..... | 11 |
| 4.2 Criterio de Inclusión | 11 |
| 4.3 Criterios de Exclusión..... | 11 |

| | |
|---|-----------|
| 5. Capítulo tres | 12 |
| Resultados | 12 |
| 5.1 Diagrama de Flujo de Resultados..... | 12 |
| 5.2 Resultados Obtenidos..... | 13 |
| 5.3 Desarrollo de Resultados | 15 |
| 6. Capítulo cuatro..... | 40 |
| Discusión | 40 |
| 7. Conclusiones | 45 |
| 8. Recomendaciones | 46 |
| 9. Referencias..... | 47 |

Índice de tablas

| | |
|--|-----------|
| Tabla 1. Definición de Berlín del ARDS..... | 6 |
| Tabla 2. Ecuaciones de búsqueda y resultados obtenidos..... | 13 |
| Tabla 3. Resultados de estudios seleccionados. | 15 |

Índice de figuras

| | |
|--|-----------|
| Figura 1. Diagrama de Flujo de Resultados | 12 |
|--|-----------|

Resumen

La enfermedad **COVID-19**, producida por el nuevo coronavirus (SARS-CoV2), ha causado una pandemia global afectando en mayor proporción a las personas de edad avanzada. En este grupo etario es más frecuente la presentación grave o severa que terminará por desarrollar el **Síndrome de Distrés Respiratorio (ARDS)** y será necesario el uso de **ventilación mecánica invasiva (VMI)**. Antes de la pandemia, el soporte ventilatorio invasivo se basó en prevenir la lesión pulmonar inducida por el ventilador con el uso de volúmenes tidal bajos y evitar una presión meseta elevada, lo que se denomina **estrategia ventilatoria protectora de pulmón (lung-protective ventilation strategy)**. A inicios de la pandemia, varios autores propusieron características particulares del ARDS por el nuevo coronavirus, y de la mano un nuevo abordaje o manejo ventilatorio. Esta revisión remarca los aspectos actuales de las indicaciones, manejo ventilatorio y complicaciones durante la ventilación mecánica invasiva por COVID-19.

Palabras clave: COVID-19, ARDS, VMI, lung-protective ventilation strategy

Abstract

COVID-19 disease, caused by SARS-CoV2, a new coronavirus, has become a global concern affecting mostly old aged people. In this group, severe infection is predominant and can progress to a Severe Acute Respiratory Syndrome (**ARDS**) and the need of Invasive Mechanical Ventilation (IMV). Before 2020's pandemic, common management of ventilated patients was based upon lung protective strategies (low tidal volumes and limited plateau pressure) in order to prevent ventilator-induced injury. At early's pandemic, various authors proposed phenotypes of ARDS associated to COVID-19 (CARDS) and a new respiratory management for each independent phenotype. In this review we summarize current knowledge about indications for initiate IMV, ventilatory management and complications during IMV in COVID-19 patients.

Keywords: COVID-19, ARDS, IMV, lung-protective ventilation strategy

Introducción

2.1 Justificación

La COVID-19, causada por el SARS-CoV2, puede manifestarse de forma leve, moderada y grave (Boban, 2021). Varios son los factores de riesgo que predisponen a padecer una enfermedad grave como: edad avanzada, sexo masculino y presencia de comorbilidades, pudiendo progresar hacia la aparición del Síndrome de Distrés Respiratorio (ARDS) y la necesidad de ventilación mecánica invasiva (VMI) (Chen et al., 2021). Durante la pandemia del 2020, la saturación de las unidades de cuidados intensivos y la necesidad imperante del soporte ventilatorio acompañado de una elevada tasa de mortalidad, puso en duda el manejo adecuado de la ventilación mecánica que se ha planteado hasta el momento. Además (Gattinoni et al., 2020) propusieron dos fenotipos a tener en cuenta durante la ventilación mecánica, que fue acogida por otros autores y se cuestionó el uso de la estrategia ventilatoria protectora del pulmón durante la pandemia por COVID-19. Por otra, parte se ha evidenciado una mayor frecuencia de barotrauma pulmonar y neumonía asociada al ventilador durante la VMI en el ARDS por COVID-19 (CARDS).

2.2 Pregunta

¿Cuál fue el manejo ventilatorio más usado durante la pandemia del 2020 por la COVID-19?

2.3 Objetivos

2.4 Objetivo General

Actualización sobre las indicaciones, manejo ventilatorio y complicaciones de la ventilación mecánica invasiva en pacientes adultos con COVID-19

2.5 Objetivos Específicos

- Describir cuáles son las indicaciones para la ventilación mecánica invasiva en pacientes COVID 19.
- Describir cuáles son los parámetros y los modos ventilatorios más utilizados durante la ventilación mecánica invasiva en pacientes adultos con COVID-19.

- Describir cuáles son las complicaciones más frecuentes observadas durante la ventilación mecánica invasiva en pacientes con COVID-19.

Capítulo uno

Marco teórico

3.1 Covid-19

3.1.1 *Etiología y epidemiología*

La enfermedad COVID-19 es causada por un nuevo coronavirus denominado SARS-CoV 2 (Organización Mundial de la Salud, 2020). Esta enfermedad infecciosa tuvo su origen en diciembre del año 2019 en la ciudad de Wuhan, provincia de Hubei, China (Hu et al., 2020), expandiéndose a nivel mundial, causando al día de hoy 151 745 568 casos a nivel de América con 2 712 177 muertes (Organización Panamericana de la Salud, 2022). (Lotfi et al., 2020). Refiere que la transmisión viral puede ser por contacto directo con gotas respiratorias producidas durante la tos, estornudos, o simplemente al hablar, y por contacto de la mucosa de la nariz, boca y/o ojos de la persona, luego de haber estado en contacto con superficies contaminadas con el SARS-CoV2. El periodo de incubación varía de 2 días a 2 semanas, siendo en mayor frecuencia de 3 a 5 días (Boban, 2021).

3.1.2 *Manifestaciones clínicas*

Clínicamente se manifiesta con fiebre, fatiga o cansancio, tos y congestión nasal. Menos frecuente aparece dolor de garganta, anosmia, diarrea y dolor de cabeza (Boban, 2021; Hu et al., 2020; Ochani et al., 2021). En niños y adultos jóvenes se limita a una enfermedad leve o incluso asintomática, caso contrario, las personas de edad avanzada (60-65 años) se encuentran en un mayor riesgo de padecer una enfermedad grave (Boban, 2021; Hu et al., 2020). Los principales factores de riesgo para padecer una enfermedad grave son edad avanzada, sexo masculino, tabaquismo y comorbilidades tales como, diabetes mellitus e hipertensión arterial (Chen et al., 2021). El cuadro clínico puede progresar al desarrollo de neumonía viral, hipoxemia y en estadio más grave, síndrome de distrés respiratorio, falla multiorgánica y la muerte (Boban, 2021).

3.2 Síndrome de Distrés Respiratorio

3.2.1 Definición

El síndrome de distrés respiratorio (ARDS) es: “la aparición aguda de hipoxemia y edema pulmonar bilateral por aumento de la permeabilidad alveolocapilar”. (Meyer et al., 2021) De acuerdo con la definición de Berlín (Fanelli et al., 2013), debe cumplir los siguientes criterios:

Tabla 1

Definición de Berlín del ARDS

| | |
|-------------------------|---|
| TIEMPO | Dentro de una semana de una injuria clínica o empeoramiento de los síntomas respiratorios |
| EXÁMEN DE IMAGEN | Opacidades pulmonares que no se explican del todo por efusión, atelectasias o nódulos. Insuficiencia respiratoria que no se explican por falla cardíaca o sobrecarga de fluidos |
| ORIGEN DEL EDEMA | Se necesita un manejo objetivo para descargar edema hidrostático si no hay un riesgo/injuria evidente |
| OXIGENACIÓN | |
| LEVE | $200 \text{ mmHg} < \text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 300$ con PEEP o CPAP ≥ 5 |
| MODERADO | $100 \text{ mmHg} < \text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 200$ con PEEP o CPAP ≥ 5 |
| SEVERO | $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2 \leq 100$ con PEEP o CPAP ≥ 5 |

3.2.2 Fisiopatología

El ARDS se caracteriza por la lesión del epitelio alveolar y endotelio capilar, con el consecuente aumento de la permeabilidad, permitiendo el escape de líquidos y solutos hacia el espacio intersticial y el espacio alveolar (edema pulmonar) (Fanelli et al., 2013; Meyer et al., 2021). Esta lesión es mediada por neutrófilos, conlleva a la alteración ventilación-perfusión y cortocircuito derecha-izquierda, es decir, zonas con perfusión conservada pero muy poca o nula aireación (Camporota et al., 2022; Welker et al., 2022). Luego de esta fase exudativa, se

llega a una fase de proliferación fibroblástica con disminución de la compliance pulmonar, aspecto clásico del ARDS por cualquier etiología no COVID-19 (Welker et al., 2022).

Por otro lado, el ARDS de etiología COVID-19, existen varios aspectos que difieren con esta presentación clásica, por ejemplo, en los estadios iniciales del ARDS, los pacientes pueden tener volúmenes pulmonares conservados (compliance casi normal), teóricamente con una aireación cercana a la normalidad, pero muestran una evidente alteración ventilación-perfusión e hipoxemia, no justificada solamente por el shunt derecha e izquierda del ARDS no COVID-19 (Camporota et al., 2022; Gattinoni et al., 2020). Por consiguiente, se ha hipotetizado acerca de dos fenotipos o estadios en el ARDS por COVID-19, que se caracterizan por dos estados de compliance diferente (Welker et al., 2022). Para (Gattinoni et al., 2020), estos dos bordes de una sola enfermedad se pueden categorizar en un “fenotipo L, caracterizado por baja estancia, bajo índice ventilación-perfusión, bajo peso pulmonar y baja recrutabilidad y un fenotipo H, con alta compliance, importante shunt derecha-izquierda, elevado peso pulmonar y alta recrutabilidad”. Recalcar que, a lo largo de la evolución del paciente, puede ir de un estadio a otro o mantenerse en una categoría intermedia (Robba et al., 2020). Estos fenotipos también se pueden caracterizar de acuerdo a sus patrones radiológicos en la tomografía computarizada, el fenotipo L muestra pocas consolidaciones en la periferia del pulmón, mientras que, el fenotipo H, se adecua más a la definición y criterios del ARDS, con opacidades pulmonares bilaterales y difusas.(Gattinoni et al., 2020)

3.3 Ventilación Mecánica Invasiva

3.3.1 Concepto

Independiente de la etiología del ARDS, la principal estrategia terapéutica para el manejo de la hipoxemia refractaria es la ventilación mecánica invasiva. Esta es una medida de soporte vital, permite dar apoyo respiratorio a personas con insuficiencia respiratoria hipoxémica (Abarca Rozas et al., 2020; Pham et al., 2017; Walter et al., 2018). Se realiza a través de un tubo endotraqueal y un ventilador encargado de suplir el ciclo respiratorio (Walter et al., 2018). Cada ciclo generado se maneja de acuerdo a 4 variables del ciclo respiratorio: presión, volumen, flujo y tiempo (Pham et al., 2017; Walter et al., 2018).

3.3.2 Modos ventilatorios

De tal forma, los modos ventilatorios se establecen de acuerdo con tales variables y se dividen en: volumen control (V/C), donde se establece un volumen tidal fijo durante la inspiración, presión control (P/C), donde existe una presión límite en la vía aérea que termina la inspiración una vez alcanzada, y el modo mixto (Bayram & Şancı, 2019) . Si durante la respiración brindada por el ventilador, el trigger que inicia la ventilación es el paciente, ya sea por la presión o flujo de aire que pueda generar, se conoce como asistido. Por otro lado, si la inspiración es iniciada netamente por el propio ventilador, en base al tiempo transcurrido para cumplir con la frecuencia respiratoria programada, se denomina controlado (Pham et al., 2017; Walter et al., 2018). Cuando se habla de modo asistido/controlado (A/C), el trigger que desencadena la inspiración puede ser el mismo paciente o el ventilador en función de la frecuencia respiratoria a cumplir (Walter et al., 2018). En el modo de ventilación espontánea, el ventilador no genera el impulso inspiratorio, este proviene del esfuerzo realizado por el propio paciente, por lo tanto, no existe frecuencia respiratoria, se encuentra limitado por presión, mantenida durante la inspiración y ciclado es por flujo, al caer el flujo cesa la inspiración (Walter et al., 2018).

3.3.3 Mecánica respiratoria

Para optimizar el manejo de la ventilación mecánica se utilizan otras variables que forman parte de las mecánicas respiratorias, mismas que reflejan el estado fisiológico pulmonar del paciente (Gertler, 2021; Pham et al., 2017). Los cambios de presión, volumen y flujo en todo el aparato respiratorio se engloban en la ecuación del movimiento respiratorio. Según (Pham et al., 2017) está se compone por: " $P_{aw} = P_o + (R \times Flow) + (V_t \times E_{rs})$ ", donde P_{aw} corresponded a la presión al momento de la apertura alveolar, P_o la presión alveolar inicial, R_{aw} es la resistencia al flujo y E_{rs} la eslatancia del sistema respiratorio". La presión pico (PIP o P_{aw}), es la presión máxima en la vía aérea durante la inspiración, dependerá de la resistencia al flujo de aire (R_{aw}) y la presión necesaria para distender el alvéolo y la caja torácica (Bayram & Şancı, 2019; Gertler, 2021). El volumen tidal es volumen de aire que entra y sale durante un ciclo respiratorio regular, si se multiplica por la frecuencia respiratoria,

muestra el volumen minuto, el mismo que puede programarse en el ventilador de acuerdo, recomendándose valores de 6-8ml/kg de peso predicho (PBW). La FiO₂ corresponde al porcentaje o proporción de oxígeno en el aire inspirado (Meyer et al., 2021). Cuando el flujo de aire al provocar una pausa inspiratoria cesa, la presión medida en la vía aérea en ese momento corresponde a la presión neta en el alvéolo, que se conoce como presión Plateau o presión meseta (P_{plat}), por lo que una presión meseta elevada puede indicar una sobredistensión alveolar, se recomienda mantener <30cmH₂O (Lentz et al., 2020). Por su parte, al finalizar el proceso pasivo de la espiración, la presión en la vía aérea durante la VMI se mantiene positiva para evitar el colapso alveolar, lo que se denomina como presión positiva al final de la espiración (PEEP). En ciertas patologías estructurales del pulmón, ejemplo Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC), la fase de la espiración no se completa, manteniendo una aire y por tanto, una presión positiva en el pulmón, conociéndose como autoPEEP (Walter et al., 2018). (Bayram & Şancı, 2019; Gertler, 2021). La diferencia de presión entre la PEEP y la P_{plat} revela la driving pressure (DP o PD) o presión tidal, reflejando la presión real de distensión alveolar, muy útil para evaluar el riesgo de barotrauma pulmonar, asociándose valores de PD<15cmH₂O con mejor pronóstico en pacientes en VMI por SDRA (Bayram & Şancı, 2019). La resistencia (Raw) es la presión necesaria para permitir el paso del flujo de aire durante la inspiración y por lo tanto, es la diferencia entre la PIP y P_{plat} dividida para el flujo, siendo su valor normal <15cm H₂O (Muñoz-Cofré et al., 2020; Pham et al., 2017). Otra medida importante durante el ciclo respiratorio es la complianze, que define el cambio de volumen en función de un cambio en la presión durante una maniobra de pausa inspiratoria, y manifiesta la facilidad de distensión del sistema respiratorio, o por el contrario, es el inverso de la elasticidad (E_{rs}) de dicho sistema, siendo su valor normal de 200ml/cm H₂O, pudiendo disminuir de acuerdo a diferentes patologías (Pham et al., 2017; Walter et al., 2018).

3.3.4 Complicaciones de la ventilación mecánica invasiva

A pesar de que el manejo ventilatorio permite la correcta oxigenación e intercambio de CO₂ hasta que la enfermedad de base se superé, también puede contribuir a la lesión

pulmonar (Meyer et al., 2021; Swenson & Swenson, 2021). La lesión inducida por la ventilación mecánica puede ser por sobredistensión pulmonar a causa de un exceso de presión o volumen, barotrauma y volutrauma respectivamente, o por una repetida apertura y colapso de los alvéolos durante la inspiración y espiración, denominado atelectrauma (Bates & Smith, 2018; Swenson & Swenson, 2021).

La ventilación mecánica invasiva también conlleva el riesgo de desarrollar neumonía asociada al ventilador [VAP] (Ippolito et al., 2021). Entre sus factores desencadenantes se encuentran el uso de fármacos inmunosupresores (corticoides), alteración del reflejo de la tos, la lesión pulmonar por sí misma y tiempo prolongado asociado al ventilador (Ippolito et al., 2021; Jain et al., 2022).

Capítulo dos

Método de la investigación

4.1 Estrategia de Búsqueda

La búsqueda se realizó en las bases de datos PUBMED y LILACS. Los términos Mesh usados en PUBMED fueron “Coronavirus infections” OR “COVID-19” AND “Artificial Respiration” OR “Invasive mechanical ventilation” OR “Lung protective strategy” OR “Respiratory Distress Syndrome” OR “Therapy” OR “Barotrauma”. Por otro lado, los descriptores usados en la Biblioteca virtual de salud fueron “Infecciones por coronavirus” AND “Respiración Artificial”. En total se obtuvieron 1028 resultados, 14 fueron artículos excluidos como repetidos, 130 se revisaron por título y resumen, 27 fueron seleccionados de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión, y permanecieron 24 luego de lectura completa, siendo artículos retrospectivos y prospectivos, revisiones sistemáticas y metaanálisis, revisiones narrativas y un reporte de series de casos.

4.2 Criterio de Inclusión

Los criterios de inclusión aplicados fueron artículos primarios y secundarios que aborden las indicaciones, modos y parámetros ventilatorios, y complicaciones de la ventilación mecánica invasiva en pacientes adultos con COVID-19, de los últimos 5 años, texto completo y acceso gratuito.

4.3 Criterios de Exclusión

Los criterios de exclusión fueron artículos tipo reporte de caso, en idioma diferente al español e inglés, que aborden temas fuera de los objetivos planteados como mortalidad y características clínicas de los pacientes en VMI u modalidades de asistencia respiratoria diferente a la ventilación mecánica invasiva, de acceso paga y que no se refieran a la población adulta.

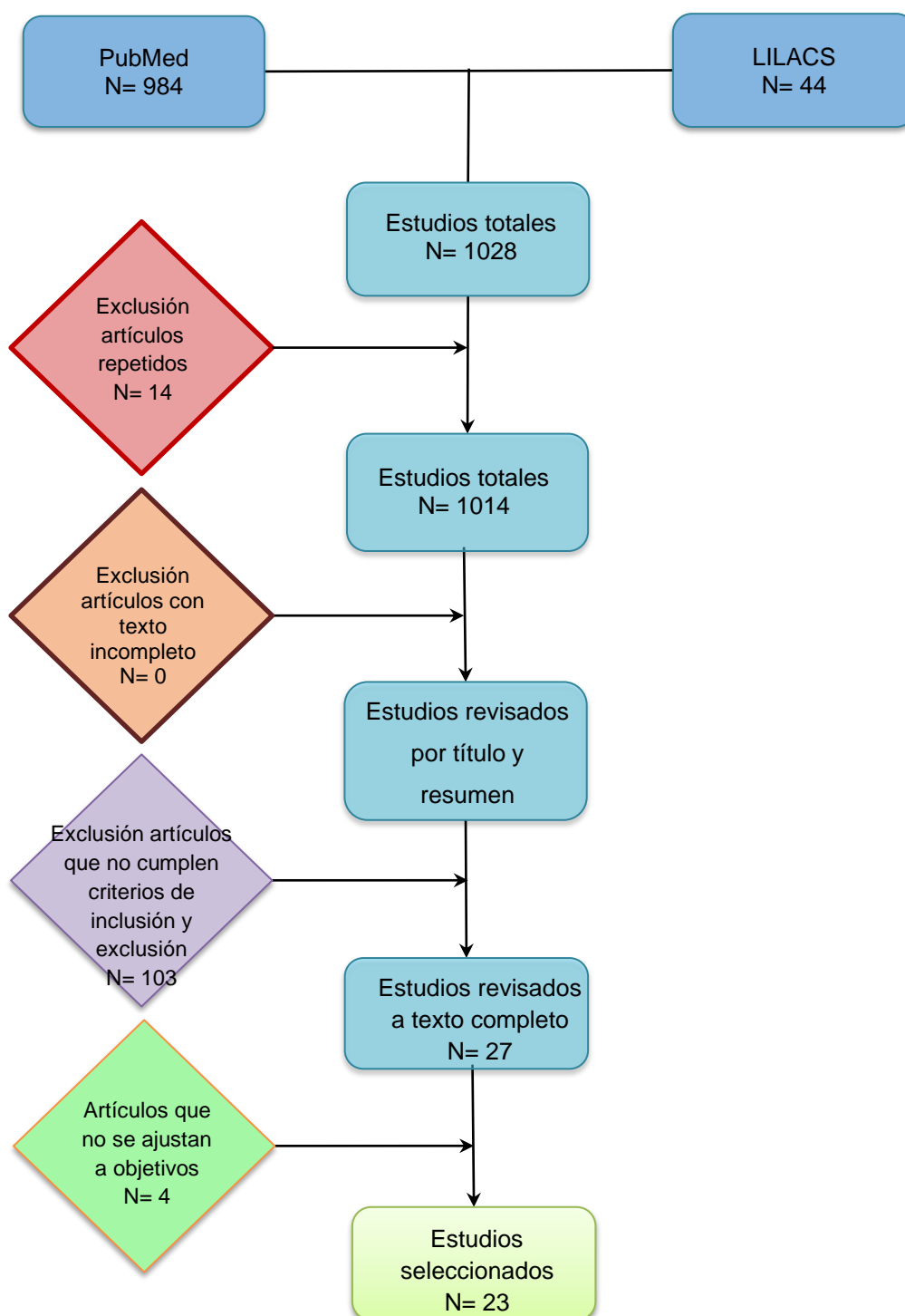
Capítulo tres

Resultados

5.1 DIAGRAMA DE FLUJO DE RESULTADOS

Figura 1

Diagrama de flujo de los resultados



5.2 Resultados Obtenidos

Tabla 2

Ecuaciones de búsqueda y resultados obtenidos

| Base de datos | Descriptores y operadores booleanos (Ecuación de búsqueda) | Resultados | Limitadores |
|---------------|---|------------|--|
| PUBMED | “Coronavirus Infections” AND “Artificial Respiration” | 424 | Texto completo gratuito, Ensayo clínico, Metaanálisis, Ensayo clínico aleatorizado, Revisión, Revisión sistemática, Español e Inglés |
| | “Invasive mechanical ventilation” AND “COVID-19” | 288 | Texto completo gratuito, Ensayo clínico, Metaanálisis, Ensayo clínico aleatorizado, Revisión, Revisión sistemática, Español e Inglés |
| | “Lung protective strategy” AND “COVID-19” | 83 | Texto completo gratuito, Ensayo clínico, Metaanálisis, Ensayo clínico aleatorizado, Revisión, Revisión sistemática, Español e Inglés |

| | | | |
|-----------------------------|--|-----|--|
| | “Respiratory Distress Syndrome” AND “COVID-19” AND “Therapy” | 177 | Texto completo gratuito, Ensayo clínico, Metaanálisis, Ensayo clínico aleatorizado, Revisión sistemática, Español e Inglés |
| | (Barotrauma) AND (COVID-19) | 12 | Texto completo gratuito, Ensayo clínico, Metaanálisis, Ensayo clínico aleatorizado, Revisión sistemática, Español e Inglés |
| Biblioteca Virtual en Salud | “Infecciones por coronavirus” AND “Respiración Artificial” | 44 | Texto completo, LILACS, inglés y español. |

5.3 Desarrollo de Resultados

5.3.1 Resultados de los estudios seleccionados

Tabla 3

Resultados de los Estudios Seleccionados

| Autores | País/ Año | Título | Tipo de estudio | Muestra | Objetivo | Conclusiones |
|----------------------|--------------|--|-----------------------------------|---------|--|--|
| (Meyer et al., 2021) | 2021 | Síndrome de Distrés Respiratorio agudo | Artículo de información/Seminario | | Resumir el conocimiento actual sobre ARDS epidemiología y factores de riesgo, diagnóstico diferencial y manejo basado en evidencia de la ventilación mecánica y tratamiento de soporte | <ul style="list-style-type: none"> • ARDS posee una heterogeneidad en cuanto al fenotipo clínico, fisiológico, radiológico y biológico. • En un inicio se destacaron aspectos particulares del ARDS por COVID-19, sin embargo, es parte de la heterogeneidad del ARDS por sí mismo. • Mantener estrategia protectora del pulmón del ARSD trial: VT<6ml/kg, presión plateau <30cmH2O y PEEP >5cmH2O (PEEP de acuerdo a la fracción de FiO2), SatO2: >93% |

| | | | | | | |
|----------------------|------|--|--------------------|--|---|--|
| | | | | | | <ul style="list-style-type: none"> • Manejo personalizado a través de la driving pressure. |
| (Lentz et al., 2020) | 2020 | Estrategias iniciales de ventilación mecánica del departamento de emergencias para la insuficiencia respiratoria hipoxémica y el SDRA por COVID-19 | Revisión narrativa | 119 estudios, 20 revisiones sistemáticas, 30 ensayos clínicos aleatorizados, 8 estudios prospectivos, 12 estudios retrospectivos, 3 estudios experimentales, 11 reportes de casos, 22 revisiones narrativas y 13 guías de manejo | Proveer recomendaciones basadas en evidencia para el tratamiento de insuficiencia respiratoria asociada a COVID-19 que requiera ventilación mecánica invasiva | <ul style="list-style-type: none"> • Iniciar VMI cuando falla la terapia estándar de oxigenación, HFNC y NIPPV • Modo A/C controlado por volumen. • Estrategia protectora de pulmón: VT 4-8ml/kg, presión plateau <30cmH2O y PEEP 8-10 cmH2O (PEEP de acuerdo a la fracción de FiO2), SatO2: 92-96%, driving pressure <15cmH2O • Los dos fenótipos H y L no se han validado por otros estudios y por lo tanto, no puede generalizarse su aplicación en el tratamiento. • Posición prono y uso de bloqueadores |

| | | | | | | |
|----------------------|------|--|-------------------------|--|---|--|
| | | | | | | neuromusculares en caso de PaO ₂ /FiO ₂ <150 |
| (Robba et al., 2020) | 2020 | Los distintos fenotipos requieren distintas estrategias de manejo respiratorio en casos graves de COVID-19 | Artículo de información | | Guía de manejo para el manejo respiratorio de pacientes COVID-19 antes, durante y después de la ventilación mecánica, basada en la literatura reciente y experiencia. | <ul style="list-style-type: none"> • Tres fenotipos de acuerdo a las características radiológicas: 1) Múltiple, focales, posiblemente sobreperfundidas opacidades en vidrio deslustrado, 2) atelectasias no homogéneas y opacidades peribronquiales y el patrón clásico del ARDS • Si la hipoxemia o falla respiratoria persiste o empeora durante una hora de HFNO o NIV, VMI debe ser instaurada lo más rápido posible. • Para el 1° fenotipo se recomienda una PEEP moderada (10cmH₂O), VT: <6ml/kg PBW. Para el 2do fenotipo puede mantenerse |

| | | | | | | |
|--------------------------|--|--|-----------------------|---|---|---|
| | | | | | | <p>una PEEP moderada o alta y posición lateral o prono. El 3er fenotipo mantener manejo clásico del ARDS (VT <6ml/kg, PEEP de acuerdo a la PEEP/FiO2)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Posición prono no es útil en el fenotipo 1, solo en fenotipos 2 y 3. • Uso de iNO puede ser útil en el fenotipo 1 |
| (Grasselli et al., 2021) | | Parámetros de ventilación mecánica en pacientes críticos con COVID-19: una revisión de alcance | Revisión sistemática. | Se incluyeron un total de 26 estudios con un total de 14.075 pacientes. | Proveer información acerca de las mecánica respiratoria, intercambio gaseoso y parámetros de la VM en pacientes admitidos a UCI por COVID-19 asociado a insuficiencia respiratoria. | <ul style="list-style-type: none"> • El modo ventilatorio más usado fue V/C • Volumen tidal: 5.6-7.5ml/kg PBW, FR: 20-33 rpm, PEEP: 9-16.5 cmH2O, Pplat: 20.5-31cmH2O, Driving Pressure: 9.5-15cmH2O, Compliance variable de 24-49ml/cmH2O • Uso de posición prono em 81% y el bloqueo neuromuscular e 8%. |

| | | | | | | |
|-----------------------|------|---|--------------------------------|--|--|---|
| | | | | | | <ul style="list-style-type: none"> • No apoya la dicotomía clínica de los dos fenotipos y por lo tanto de su manejo ventilatorio • El manejo visto se basa en la estrategia ventilatoria protectora del pulmón |
| (Clarke et al., 2021) | 2021 | La posición prona mejora la oxigenación y el reclutamiento pulmonar en pacientes con síndrome de dificultad respiratoria aguda por SARS-CoV-2; un estudio de cohorte de un solo centro de 20 pacientes consecutivos | Estudio de cohorte prospectivo | 20 pacientes con SARS-CoV-2 confirmado por laboratorio en VMI, relacionados con ARDS en quienes se realizó posición prona en UCI como parte de su tratamiento. | Caracterizar los efectos de la posición prona en la mecánica respiratoria y oxigenación en pacientes en VMI con SARS-CoV-2 | <ul style="list-style-type: none"> • Mejora media de la PaO₂/FiO₂ de 132 con la posición prona en comparación a la posición supina. Aumento de la PaO₂/FiO₂ mayor del 20% de la inicial • Descenso en el gradiente arterio-alveolar (A-a) de 212mmHg. • No hubo alteración de la compliance pero si era más baja cuando más baja era la PaO₂/FiO₂ • El ARDS de etiología COVID-19 no es una entidad diferente al resto de causas del ARDS |

| | | | | | | |
|---------------------|------|--|----------------------|--|--|---|
| (Wang et al., 2021) | 2021 | Cuidado respiratorio para pacientes críticos con el nuevo coronavirus 2019 | Artículo de revisión | Se revisó experiencia clínica y estudios observacionales | Se propone la terapia respiratoria de acuerdo con los distintos estadios de la infección. Una referencia para los trabajadores de la salud mientras se minimiza el riesgo de contaminación ambiental | <ul style="list-style-type: none"> • La VMI está indicada cuando persiste el distrés respiratorio a pesar del uso de VMNI ($PaO_2/FiO_2 < 150$), inestabilidad hemodinámica, falla multiorgánica, alteración del estado de conciencia o prevenir aspiración de vómito o secreciones. • Estrategia de ventilación protectora del pulmón: VT: 4-8ml/kg PBW, Pplat: < 30cmH₂O, PEEP: basada en PEEP/FiO_2, más alta en caso de $PaO_2/FiO_2 < 200$, Driving Pressure: < 15cmH₂O • El manejo de acuerdo a los dos fenotipos de compliance es controversial, por lo tanto, se recomienda el manejo clásico del ARDS. |
|---------------------|------|--|----------------------|--|--|---|

| | | | | | | |
|-----------------------------|------|--|----------------------|--|---|--|
| (Morales-Cané et al., 2021) | 2021 | Terapias ventilatorias y admisiones en Cuidados Intensivos para pacientes con COVID-19: Una revisión sistemática | Revisión sistemática | Revisión sistemática en PubMed, Embase, Web of Science y Cochrane de donde se incluyeron 30 estudios, en total 48 743 pacientes. | Sintetizar y analizar las publicaciones científicas acerca de las terapias ventilatorias usadas en pacientes con COVID-19 en cuidados intensivos y describir las características clínicas de tales pacientes. | <ul style="list-style-type: none"> • Solo un estudio reporta el modo ventilatorio usado, siendo el P-SIMV • Volumen tidal estuvo en un rango de 6 a 7 ml/kg PBW. El rango de la PEEP reportada vario de 6 a 12cmH2O, con 12cmH2O siendo el valor más común. La presión Plateau tuvo una media de 22 a 23cmH2O. La FiO2 estuvo en un rango de 35% a 100%. La complianza pulmonar está en una media de 34-35 ml/cmH2O. • En promedio se uso terapia ventilatoria protectora del pulmón. |
| (Pfortmueller et al., 2021) | 2021 | Síndrome de dificultad respiratoria aguda asociado a COVID-19 | Revisión narrativa | | Discutir la fisiopatología pulmonar subyacente y el tratamiento del CARSD. Además destacar los | <ul style="list-style-type: none"> • Estrategias típicas del ARDS como VT de 6ml/kg de PBW y mantener una presión Plateau <30cmH2O. Importancia en la driving |

| | | | | | | |
|------------------------------|------|--|----------|--|---|--|
| | | (CARDS): conocimiento actual sobre fisiopatología y tratamiento en la UCI: una revisión narrativa | | | abordajes terapéuticos actuales y a futuro. | pressure y mechanical power. Individualizar PEEP de acuerdo a la complianza, recrutabilidad y presión transpulmonar. <ul style="list-style-type: none"> • Posición prono se debería realizar 16 horas por día, no se recomienda el uso de iNO inhalado. • Nueva evidencia demuestra que el CARDS y ARDS de otras etiologías son comparables |
| (Perchiazzi et al., 2020) | 2020 | El uso de la presión espiratoria final positiva en pacientes afectados por COVID-19: hora de reconsiderar la relación entre morfología y fisiología | Revisión | | Investigación clínica y de laboratorio han demostrado que el curso de la COVID-19 es una enfermedad distinta al ARDS clásico, por lo tanto, la mejor estrategia aplicar es un tratamiento individualizado a cada fase. | <ul style="list-style-type: none"> • No se trata de fenotipos como menciona Gattinoni y Robba, sino que son estadios de una misma enfermedad. Por lo tanto, el manejo ventilatorio adecuado debe ser conforme al estadio o “fenotipo” en el que se encuentra el paciente (“L y “H”). La estrategia |

| | | | | | | |
|-----------------------|------|--|---------------|--|--|---|
| | | | | | | <p>ventilatoria tradicional puede tener resultados no favorables.</p> <ul style="list-style-type: none"> • No se recomienda el uso de una PEEP elevada, sino conforme al fenotipo planteado por Gattinoni y Robba, y se puede tiriatar de acuerdo a la recrutabilidad del paciente, que debe medirse a través del R/I. |
| (Welker et al., 2022) | 2022 | Actualización del síndrome de dificultad respiratoria aguda de 2021, con enfoque en la enfermedad del coronavirus 2019 | Expert Review | | | <ul style="list-style-type: none"> • A pesar de algunas características propias del CARDS (inicio tardío, respuesta hiperinflamatoria, en trombosis micropulmonar) , la ventilación protectora del pulmón y posición prono se mantienen como intervenciones principales. |

| | | | | | | |
|-------------------------|------|--|----------------------|--|---|--|
| | | | | | | <ul style="list-style-type: none"> • VT: 4-8ml/kg PBW, Pplat <30cm H2O, PEEP alta, Driving Pressure baja • El uso de manometría esofágica se mantiene a decisión de la institución. • Posición prona en pacientes con ARDS moderado a severo durante 12 a 16 horas por día |
| (Belletti et al., 2022) | 2022 | Barotrauma en pacientes con enfermedad por coronavirus 2019 sometidos a ventilación mecánica invasiva: una revisión sistemática de la literatura | Revisión sistemática | Se incluyeron un total de 13 estudios con un total 1.814 pacientes en ventilación mecánica invasiva COVID-19 y 493 sin COVID-19. | Identificar los porcentajes de barotrauma, neumotórax y neumomediastino en pacientes con síndrome de distrés respiratorio por la enfermedad por coronavirus 2019. | <ul style="list-style-type: none"> • Barotrauma estuvo presente en el 16.1% de los pacientes CARDS, mientras que en los ARDS no COVID-19 fue del 6.3%. La media del tiempo desde la intubación hasta la aparición del barotrauma fue de 3.6 días. • El porcentaje de aparición de neumotórax y neumomediastino en CARDS fue de 9.2% y 11.2%. |

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | <ul style="list-style-type: none">• El riesgo de barotrauma puede ser mayor en ARDS de etiología en comparación a otras etiologías• La mortalidad en los que desarrollan tal complicaciones es 10% (60%) mayor a quienes no la presentaron en el ARDS de etiología COVID-19• No hubieron diferencias significativas entre los parámetros ventilatorios usados en quienes padecieron barotrauma y quienes no, en el ARDS de etiología COVID-19. La mayoría se manejo de acuerdo a los parámetros ventilatorios clásicos del ARDS.• El aumento de la incidencia de barotrauma puede ser debido a un aspecto fisiopatológico no conocido |
|--|--|--|--|--|--|--|

| | | | | | | |
|------------------------|------|--|----------|--|---|--|
| | | | | | | o por el overwheleming de las UCI |
| (Gosangi et al., 2022) | 2022 | COVID-19 ARDS: una revisión de las características de imagen y descripción general de la ventilación mecánica y sus complicaciones | Revisión | | Revisar las características del ARDS por VODI-19 y las imágenes de las complicaciones relacionadas con la ventilación mecánica, incluida lesiones pulmonares asociadas al ventilador. | <ul style="list-style-type: none"> • La VMI está indicada cuando existe una rápida progresión de la hipoxemia, no hay respuesta al uso de cánula nasal de alto flujo a 50L/min, aumento del trabajo respiratorio, alteración del estado de conciencia, hipercapnia, aumento del volumen tidal, inestabilidad hemodinámica y falla multiorgánica. • McGuinness et al. ha demostrado que los pacientes con ventilación mecánica invasiva para el SDRA por COVID-19 tuvieron una tasa más alta de barotrauma (15 %) en comparación con el SDRA no relacionado con el COVID-19 (0,5 %) durante el mismo período de tiempo. |

| | | | | | | |
|-------------------------|------|---|----------------------------------|---|--|--|
| | | | | | | <ul style="list-style-type: none"> • Neumomediastino es el evento relacionado con el barotrauma más frecuente en pacientes en VMI por CARDS • Neumotórax es el segundo evento relacionado con el barotrauma (9%) identificado durante la VMI en CARDS • La VAP se debe sospechar en pacientes en VMI con deterioro rápido con aumento de opacidades pulmonares en RX de control. • Las neumonías por aspiración se presentan en pacientes con deterioro rápido con opacidades en los lóbulos inferiores. |
| (Li Bassi et al., 2021) | 2021 | Una evaluación de la compliance del sistema respiratorio en | Estudio de cohorte retrospectivo | Se estudiaron 745 pacientes de 22 países diferentes quienes requirieron | Describir la compliance pulmonar y su asociación con el manejo ventilatorio y sus resultados clínicos. | <ul style="list-style-type: none"> • La compliance en el CARDS es muy heterogénea y puede ser alta a pesar de |

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|---|
| | | <p>pacientes en ventilación mecánica invasiva por covid-19</p> | | <p>admisión a UCI y VM desde el 14 de enero hasta el 31 de diciembre del 2020 y tuvieron al menos un valor de complianze (Crs) en los primeros 7 días de VMI</p> | | <p>acompañarse de una hipoxemia moderada en el paciente. Pero si se compara con otras causas de ARDS, emparejando con los niveles de PaO_2/Fio_2, también puede ser alta. Por lo tanto, usar este parámetro para predecir la evolución clínica no es recomendable.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El uso de una PEEP alta en pacientes con complianze alta es perjudicial y puede causar sobredistensión, aumentando el espacio muerto y shunt • Las mujeres presentaron un complianze más baja que los hombres, quienes presentaron un IMC más alto. • Los niveles de complianze no se relacionaron con el |
|--|--|--|--|--|--|---|

| | | | | | | |
|---------------------------------|------|--|-------------------------|--|--|--|
| | | | | | | tiempo de inicio de los síntomas hasta la VMI |
| (Navas-Blanco & Dudaryk, 2020a) | 2020 | Manejo del Síndrome de Distrés Respiratorio por infección por COVID-19 | Artículo de información | | Presentar un resumen de la experiencia clínica de diferentes centros alrededor del mundo | <ul style="list-style-type: none"> • La intubación y VMI se debe aplicar cuando hay signos de distrés respiratorio con hipoxemia. • El manejo ventilatorio descrito por Gattinoni et al. basado en dos fenotipos de la neumonía por COVID-19. • En el primer fenotipo se debe manejar la hipoxemia a través de un volumen tidal más alto (VT: 7-8ml/kg), PEEP limitada (8-10cmH2O) y una frecuencia respiratoria <20. • El segundo fenotipo, se mantienen el manejo clásico del ARDS • También podría considerarse la ventilación con liberación de presión en la vía aérea durante las etapas iniciales |

| | | | | | | |
|------------------------|------|--|-------------------------|--|--|--|
| (Kondili et al., 2021) | 2021 | SDRA COVID-19: puntos a considerar en la ventilación mecánica y el destete | Artículo de información | | Resaltar el manejo ventilatorio actual y evolutivo de los pacientes con ARDS relacionado con COVID-19. | <ul style="list-style-type: none"> • Evidencia de estudios anteriores de ARDS trials, muestran que la compliance puede ser heterogénea y en especial alta en otras causas de ARDS diferentes a COVID-19. Posiblemente, esta alta compliance observado en el COVID-19 se debe al prematuro inicio de la VMI y estadio temprano de la enfermedad con mecánicas respiratorias ligeramente conservadas. • Se debe continuar con las pautas que sí han sido probadas y no con manejo experimental basado en los fenotipos, es decir, la estrategia ventilatoria protectora del pulmón, en busca de minimizar la |
|------------------------|------|--|-------------------------|--|--|--|

| | | | | | | |
|-------------------------|------|--|-------------------------------------|--|---|--|
| | | | | | | lesión pulmonar inducida por el ventilador (VILI) |
| (Ippolito et al., 2021) | 2021 | Neumonía asociada al ventilador en pacientes COVID-19: Una revisión sistemática y metaanálisis | Revisión sistemática y metaanálisis | Veinte estudios fueron incluidos con un total de 2611 pacientes con al menos un episodio de VAP. | Estimar la incidencia de VAP en los pacientes admitidos a UCI con COVID-19 y la mortalidad de quienes la desarrollaron. | <ul style="list-style-type: none"> • La incidencia estimada de VAP fue del 45,4%. La mortalidad en estos pacientes fue de 42.7%. • La frecuencia de VAP parece ser mayor en pacientes en VMI por COVID-19 en comparación a otros pacientes ingresados a UCI, si embargo, probablemente esta mayor incidencia puede ser debido al daño pulmonar y microvascular, que predisponen al desarrollo de VAP, y por la congestión de la UCIs por la pandemia, alteró el cuidado y prevención de tal patología. |

| | | | | | | |
|---------------------|------|---|-------------------------------------|------------------------------------|---|--|
| (Jain et al., 2022) | 2022 | Evaluación comparativa de la neumonía asociada al ventilador en pacientes con COVID-19 en estado crítico y pacientes infectados con otros coronavirus: una revisión sistemática y metanálisis | Revisión sistemática y metaanálisis | 34 estudios englobando 8901 casos. | Identificar la incidencia global de neumonía asociada al ventilador, los microorganismos más comunes y el resultado clínico de los pacientes COVID-19 en comparación con otras neumonías no SARS-CoV 2. | <ul style="list-style-type: none"> • La prevalencia de VAP fue en casi la mitad de pacientes COVID-19 ventilados mecánicamente (48,15%), teniendo un riesgo más alto de aparecer en comparación a infección por otros virus. De igual manera, la mortalidad es mayor en quienes padecen VAP con respecto a quienes no. • Los pacientes en VMI por COVID-19 generalmente se asocian a una ventilación prolongada, acompañado de otras medidas que alteran el sistema inmune y al trabajo excesivo de las UCIs durante la pandemia, pueden predisponer a una mayor frecuencia de VAP y por lo tanto, |
|---------------------|------|---|-------------------------------------|------------------------------------|---|--|

| | | | | | | |
|-----------------------|------|---|----------------------|---|--|---|
| | | | | | | empeorar el estado clínico de los pacientes. |
| (Ouyang et al., 2021) | 2021 | Soporte respiratorio en pacientes COVID-19 en unidad de cuidados intensivos: Una revisión sistemática | Revisión sistemática | 40 artículos con 15320 pacientes fueron incluidos. 4 artículos fueron combinados para analizar la relación del soporte ventilatorio con el resultado clínico. | Describir el soporte ventilatorio y determinar su asociación con los resultados clínicos de pacientes COVID-19 en la Unidad de Cuidados Intesivos. | <ul style="list-style-type: none"> • La intubación endotraqueal y la VMI se realiza cuando existe una $PaO_2/FiO_2 < 200$mmHg correspondiente a un ARDS moderado a severo y para prevenir la transmisión viral que puede ocurrir con otras modalidades de soporte ventilatorio. Se pueden encontrar una compliance más alta en los pacientes con CARDS. • La PaO_2/FiO_2 en pacientes con VMI vario desde 91.6 a 181.4mmHg, el modo ventilatorio usado es volumen control y presión control. El volumen tidal y la PEEP fueron programadas de acuerdo a la estrategia clásica del ARDS (6.2- |

| | | | | | | |
|----------------------|------|--|----------------|--|--|---|
| | | | | | | <p>7ml/kg PBW y 9.3-16.7cmH₂O).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sin embargo, la mortalidad en pacientes en VMI alcanza valores del 50%, no mostrando un claro beneficio de esta estrategia respiratoria en comparación a su uso en otras causas de ARDS o insuficiencia respiratoria tipo 1. |
| (Kluge et al., 2021) | 2021 | Recomendaciones para el tratamiento de pacientes críticos con COVID-19 | Guía de manejo | | Proveer una guía a los médicos para tratar a los pacientes COVID-19 en la Unidad de Cuidados Intensivos. | <ul style="list-style-type: none"> • Las recomendaciones se basan en los últimos lineamientos del manejo de la insuficiencia respiratoria aguda. Es decir, el manejo clásico del ARDS, a pesar de que en estadios iniciales la neumonía por COVID-19 puede presentar mecánicas distintas, como una compliance conservada o alta. De tal forma, se recomienda |

| | | | | | | |
|----------------------------|-------------|---|---------------------------------------|--------------------------------------|--|---|
| | | | | | | <p>individualizar el parámetro de la PEEP de acuerdo al estado clínico de cada paciente, evitando PEEP muy altas. Si el paciente se acoge a los criterios clásicos del ARDS, se puede ajustar la PEEP de acuerdo a las tablas en base a la FiO₂.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La posición prono debe ser instaurada durante mínimo 16 horas al día cuando la PaO₂/FiO₂<150mmHg |
| (Muñoz-Cofré et al., 2020) | 2020, Chile | Relación de las Medidas de Mecánica Ventilatoria y Radiográficas con el Tiempo de Conexión a Ventilación Mecánica en Pacientes COVID- | Estudio retrospectivo, correlacional. | 23 pacientes en ventilación mecánica | Explorar la relación de las medidas de mecánica ventilatoria y radiográficas con el tiempo de conexión a ventilación mecánica en pacientes COVID-19. | <ul style="list-style-type: none"> • La Pplat y la PEEP se relacionaron con los días de estancia en la UCI. Mientras mayor sea la gravedad del ARDS por SARS-CoV2, mayor será el tiempo en UCI. • El manejo ventilatorio encontrado fue de acuerdo a las pautas de |

| | | | | | | |
|--------------------------|------|--|--|---|---|---|
| | | 19. Un Análisis Preliminar | | | | <p>la estrategia ventilatoria protectora de pulmón.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los niveles de compliance bajo se correlacionan con la afectación pulmonar y la driving pressure más alta. • Una PEEP muy alta puede causar sobredistensión en alveólos bien aireados, lo que se traduce en Pplat mayor y, por lo tanto, driving pressure alta. • Una mayor PEEP produce un mayor ángulo costrodiafragamático y este último se relaciona con el tiempo en VM. |
| (Plotnikow et al., 2020) | 2020 | Características y resultados de los pacientes infectados con | Estudio de series de casos descriptivo-prospectivo | 47 pacientes de 31 unidades de cuidados intensivos. | Describir las características clínicas de los pacientes con confirmación de | <ul style="list-style-type: none"> • El modo ventilatorio usado desde el inicio de la VMI fue el volumen control/mandatorio, el VT |

| | | | | | | |
|-----------------------|------|--|----------------------|--|--|---|
| | | nCoV19 con requerimiento de ventilación mecánica invasiva en la Argentina | | | enfermedad por coronavirus admitidos a UCI de la Argentina con requerimiento de ventilación mecánica invasiva. | <p>se calculado fue de 6-8ml/kg de PBW. La PaO₂/FiO₂ inicial era de 160, con una Driving Pressure de 12cmH₂O y una compliance de 39ml/cmH₂O.</p> <ul style="list-style-type: none"> • La mediana de PEEP fue 10,5cmH₂O y se uso a partir de PEEP/FiO₂. • El manejo usado en la cohorte fue de acuerdo a las pautas clásicas del ARDS y mayor uso de bloqueo neuromuscular y posición prono, posiblemente por una mayor hipoxemia. |
| (Corrêa et al., 2020) | 2020 | Recomendaciones de apoyo intensivo para pacientes críticos con sospecha o confirmación de infección por COVID-19 | Artículo de revisión | | Recomendaciones basadas en opinión de expertos para el manejo del paciente crítico con COVID-19 | <ul style="list-style-type: none"> • La intubación endotraqueal y VMI esta indicada cuando existe incapacidad para adaptarse a la VM no invasiva, dependencia o persiste la hipoxemia |

| | | | | | | |
|--------------------|------|---|----------------------|--|---|---|
| | | | | | | <ul style="list-style-type: none"> • El manejo ventilatorio adecuado al inicio es en base a los lineamientos de la estrategia ventilatoria protectora de pulmón. Por lo tanto, el modo adecuado es presión control, VT: 6ml/kg PBW, PEEP: 15cmH2O, FR: 20-24rpm, Driving pressure: <15cmH2O, Saturación de 92-96%. |
| (Fan et al., 2020) | 2020 | Síndrome de distrés respiratorio agudo asociado a COVID-19: ¿es recomendable un abordaje diferente? | Artículo de revisión | | <p>Describir las estrategias ventilatorias en base a la reciente discusión en la heterogenicidad fenotípica de los pacientes con ARDS asociado a COVID-19</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Se debe usar un manejo basado en evidencia actual y con las medidas fisiológicas que se toman al pie del paciente, es decir, la ventilación protectora de pulmón. • Los fenotipos del ARDS asociado a COVID-19 pueden ser simplemente la evolución del ARDS hasta su fase grave. El ARDS por sí mismo tiene mecánicas respiratorias y marcadores |

| | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|---|
| | | | | | | <p>biológicos heterogéneos entre sus distintas etiologías, y las etapas tempranas con conservación de las mecánicas respiratorias casi normales del CARDS puede deberse a la intubación temprana que sucedió durante la pandemia.</p> <ul style="list-style-type: none">• El uso de un volumen tidal más liberal (8-9ml/kg PBW) puede llevar a la lesión inducida por el pulmón, no se justifica su aplicación en el fenotipo "L".• El uso de una PEEP debe ser individualizado de acuerdo a la mecánica propia de cada paciente y no es una novedad que la respuesta a la PEEP puede ser variable en el ARDS. |
|--|--|--|--|--|--|---|

Capítulo cuatro

Discusión

La enfermedad producida por el SARS-CoV2 puede ser leve, moderada a grave. Este último estadio se caracteriza por una hipoxemia refractaria secundaria a la aparición de cortocircuitos derecha-izquierda, aspecto clave del síndrome de distrés respiratorio, donde la ventilación mecánica es fundamental en el tratamiento de soporte (Ochani et al., 2021; Swenson & Swenson, 2021). El uso de la ventilación mecánica no invasiva puede ser útil para los estadios iniciales o antes de la intubación, sin embargo, su uso prolongado puede demorar el paso a la ventilación mecánica invasiva y provocar resultados adversos (Pfortmueller et al., 2021).

Los criterios para iniciar la ventilación mecánica invasiva según (Gosangi et al., 2022; Navas-Blanco & Dudaryk, 2020b; Wang et al., 2021) son: rápida progresión de la hipoxemia o hipoxemia profunda, ausencia de mejoría con el uso de cánula nasal de alto flujo (HNFC) o ventilación mecánica no invasiva (VMNI), deterioro de la ventilación y aumento del trabajo respiratorio, obstrucción de la vía aérea por vómito, aspiración o sangrado y pérdida del reflejo protector de la vía aérea, alteración del estado de conciencia o coma e inestabilidad hemodinámica o falla multiorgánica. De igual forma (Robba et al., 2020), menciona un periodo de tiempo de una 1 hora de uso de HNFC con $FiO_2 >70\%$ y flujo $>50L/min$ y VMNI sin mejoría o hipercapnia persistente para el inicio de la VMI. (Corrêa et al., 2020), añade la incapacidad de adaptarse a la interfaz de la VMNI o dependencia de esta, es decir, la necesidad de una $FiO_2 >50\%$ para mantener una $SatO_2 >94\%$ o frecuencia respiratoria de $<24rpm$. (Ouyang et al., 2021) menciona la protección del personal médico de la transmisión viral con el uso de terapia respiratorio no invasiva como otro criterio para el uso de VMI.

Dos revisiones sistemáticas, una realizada por (Grasselli et al., 2021) y otra por (Ouyang et al., 2021) con estudios multicéntricos de Asia, América y Europa, una vez iniciada la ventilación mecánica invasiva el modo ventilatorio más usado fue el volumen-control (V/V), mientras que en segundo lugar se usó el modo presión-control,. De igual

manera, (Lentz et al., 2020) recomienda el uso del modo asistido-controlado por volumen para el manejo inicial del soporte ventilatorio invasivo. (Plotnikow et al., 2020), en una serie de reporte de casos realizada en territorio latinoamericano también refiere el uso del modo volumen control-mandatorio para el manejo de los pacientes con ARDS por COVID-19 en UCI. De tal manera, se puede evidenciar que el modo controlado por volumen es de uso mayoritario a lo largo del mundo durante la pandemia. Por otro lado, (Morales-Cané et al., 2021) refiere en su revisión sistemática el uso de la ventilación mandatorio intermitente sincronizado por presión como un modo ventilatorio reportado en China.

Antes de la pandemia por COVID-19, el manejo de los parámetros ventilatorios del ARDS evolucionó con la finalidad de prevenir la lesión pulmonar inducida por el ventilador, limitando el volumen tidal y evitando una presión excesiva en la vía respiratoria (Meyer et al., 2021). Así, al notar que el uso de un volumen tidal bajo ($<6\text{ml/kg PBW}$), presión meseta baja ($P_{\text{plat}} < 30\text{cmH}_2\text{O}$) y PEEP alta o en función de la recrutabilidad del paciente, se relacionaron con baja mortalidad, estableciendo la estrategia ventilatoria protectora de pulmón (Fan et al., 2020). Sin embargo, en el contexto de la pandemia por COVID-19, (Robba et al., 2020) plantea un manejo de acuerdo a tres fenotipos del ARDS de etiología COVID-19 clasificados por su patrón radiológico: el fenotipo 1 se caracteriza por opacidades en vidrio deslustrado focales y subpleurales, el fenotipo 2 posee atelectasias heterogéneas y opacidades peribronqueales y el tipo 3, clásico del ARDS, correspondiente a opacidades bilaterales difusas. Para el primer fenotipo, el uso de una PEEP moderada ($10\text{cmH}_2\text{O}$), debido a que se trata un pulmón aireado con una compliance alta o normal y, por lo tanto, poca recrutabilidad. El segundo fenotipo el uso de una moderada o alta puede ser útil para mejorar la perfusión de las zonas ya aireadas y abrir las zonas de atelectasias. Finalmente, el tercer fenotipo es el clásico ARDS, por lo tanto, se debe manejar de acuerdo con la estrategia ventilatoria protectora del pulmón (PEEP alta). (Perchiazzi et al., 2020) concuerda y menciona que no se trata de fenotipos sino de estadios de una sola enfermedad, por lo tanto, se justifica el manejo individualizado para cada estadio, en vista de que el uso de una PEEP alta puede ser

lesiva para el paciente. De forma semejante (Navas-Blanco & Dudaryk, 2020b), recomiendan el uso de un volumen tidal más alto (7-8ml/kg PBW) y PEEP limitada para el primer fenotipo. Así mismo, (Li Bassi et al., 2021), en su estudio de cohorte retrospectivo, encontró que aun cuando la compliance pulmonar de los pacientes con ARDS de etiología COVID-19 (CARDS) puede ser alta, media de 34.1ml/cmH₂O (26.4-44.0), durante el manejo respiratorio se mantenía el uso de una PEEP elevada, a pesar de que en casos de alta compliance su uso puede empeorar el intercambio gaseoso y generar sobredistensión alveolar en los alveolos ya aireados. Por ende, (Kluge et al., 2021) menciona que el uso de una PEEP alta en pacientes con alta compliance no es recomendable. Caso contrario, (Kondili et al., 2021; Meyer et al., 2021; Welker et al., 2022) , mencionan que la compliance elevada o normal que se encuentra en el CARDS, es una característica que ya se ha evidenciado en otros ARDS trials, dónde la compliance puede ser muy heterogénea de acuerdo a su etiología, pudiendo encontrarse alta en COVID-19 a causa de una intubación temprana durante la pandemia del 2020. Por consiguiente, no se justifica el manejo de acuerdo con fenotipos, sino es de preferencia mantener la terapia ventilatoria clásica a la espera de nueva evidencia científica que avale dicho abordaje. Así mismo, (Fan et al., 2020; Pfortmueller et al., 2021) niegan el uso de una volumen tidal liberal por el riesgo de aumentar el estrés y la distensión pulmonar, sugiriendo el uso de una PEEP individualizada a las características de cada paciente. (Kondili et al., 2021; Welker et al., 2022) agregan el uso de la driving pressure para el manejo de los parámetros ventilatorios y la PEEP, en base a estudios anteriores que demostraron que valores bajos (<15cmH₂O) se relacionaron independientemente con una disminución de la mortalidad, así el límite de una driving pressure <15cmH₂O forma parte también del manejo clásico del ARDS.

Varias revisiones sistemáticas (Grasselli et al., 2021; Morales-Cané et al., 2021; Ouyang et al., 2021), evidencian que el volumen tidal usado durante la VMI en la pandemia fue de 5.6-7.5, 6-7 y 6.2-7ml/kg PBW, respectivamente. La PEEP rondó los valores de 9-16.5, 12, 9.3-16.7 cmH₂O y Pplat de 20.5-31 y 22-23cmH₂O. De igual forma,

(Muñoz-Cofré et al., 2020) en Chile, Se puede observar que el manejo ventilatorio invasivo fue acorde a la estrategia ventilatoria protectora de pulmón, sin embargo, en el estudio de (Ouyang et al., 2021) la mortalidad en los pacientes en VMI fue casi del 50%, no siendo claro si fue debido a la terapia ventilatoria implementada o al sobrepaso de las UCIs.

En casos de hipoxemia refractarios al uso de VMI, un estudio prospectivo (Clarke et al., 2021) realizado en una cohorte de 20 pacientes demostró una mejora media de la PaO₂/FiO₂ de 132mmHg con la posición prono en comparación de la posición supina durante la VMI, descenso del gradiente arterio-alveolar (A-a) y por lo tanto, mejora en la oxigenación, algo ya evidenciado en estudios anteriores del ARDS. Por consiguiente,

En cuanto a las complicaciones, una revisión sistemática con 1814 pacientes en VMI por CARDS (Belletti et al., 2022) reporta la presencia de barotrauma en el 16.1%, la media de días desde el inicio de la VMI hasta su aparición fue de 3.6 días. Su forma de presentación clínica predominó como neumomediastino 11.2% y secundariamente como neumotórax 9.2%. Comparable, (Gosangi et al., 2022) reporta un 15% de barotrauma pulmonar en pacientes con CARDS, siendo mayor en relación a las demás etiologías del ARDS. La mortalidad en los pacientes que desarrollaron esta complicación fue del 60% en comparación a los pacientes que no la desarrollaron. Puede existir un riesgo mayor de desarrollar barotrauma pulmonar en pacientes de etiología COVID-19, sin embargo, este hecho aún no es posible atribuir a la fisiopatología de la lesión pulmonar por el SARS-CoV2, se debe tomar en cuenta la saturación de las unidades de cuidados intensivos y la carga laboral a la que fueron sometidos los trabajadores del área de la salud durante la pandemia. Finalmente, los parámetros ventilatorios no se asociaron con la aparición de esta complicación (Belletti et al., 2022).

En cuanto a la aparición de neumonía asociada al ventilador (VAP), dos revisiones sistemáticas y metaanálisis refieren una incidencia del 45.4% y del 48.15%. La mortalidad parece ser mayor en los pacientes que desarrollan tal complicación. Si se compara con la ventilación mecánica invasiva por otras causas virales en UCI la incidencia es mayor en CARDS, ya que casi una persona de dos, desarrollaron VAP. Sin embargo, hay que tener

claro que el CARDS se asocia con un tiempo de ventilación prolongado, mayor daño pulmonar y microvascular, alteración del sistema inmune y durante la pandemia la congestión de las UCI y sobrecarga laboral del personal sanitario pudieron haber influido en tales resultados (Ippolito et al., 2021; Jain et al., 2022).

Conclusiones

La decisión de cuando iniciar la ventilación mecánica invasiva en pacientes adultos con hipoxemia secundaria a la COVID-19 se basa en el estado hemodinámico del paciente, la progresión de la hipoxemia, el fallo a la terapia respiratoria con cánula nasal de alto flujo y el soporte ventilatorio no invasivo .

Para evitar la lesión pulmonar inducida por el ventilador en el distrés producido por la COVID-19, la información más actual, avala el manejo clásico del ARDS, es decir, la estrategia ventilatoria protectora de pulmón, a pesar de las características propias del ARDS, como la aparición más tardía y valores de compliance pulmonar altos o normales. En casos refractarios de hipoxemia, está indicado el uso de posición prono durante al menos 16 horas por día. Los parámetros propuestos por esta estrategia son VT: 6-8ml/kg de PBW, una presión meseta <30cmH₂O y una presión tidal <15cmH₂O. Todavía existe controversia acerca del valor de la PEEP para un manejo adecuado del ARDS, sin embargo, lo recomendado aún es usar valores altos de PEEP en ARDS moderado a grave o su moderación de acuerdo las tablas de relación de la PEEP con la FiO₂.

A pesar del manejo ventilatorio en función de prevenir barotrauma pulmonar, varios estudios han mostrado una mayor incidencia de barotrauma en el ARDS de etiología COVID-19 en comparación a otras etiologías y demás causas que ameritan ventilación mecánica invasiva en la UCI. La fisiopatología de este aumento no está del todo clara. De igual forma, la frecuencia de neumonía asociada al ventilador se mostró mayor en ARDS en comparación a otras etiologías virales.

Recomendaciones

La fisiopatología del ARDS de etiología COVID-19 no es del todo clara, no se conoce la causa de una hipoxemia marcada a pesar de una compliance relativamente conservada y, por lo tanto, aireación normal. Se ha teorizado por una pérdida de la vasoconstricción de zonas mal aireadas, alteración de la relación ventilación-perfusión con aumento del shunt y espacio muerto. El manejo de una PEEP alta en pacientes con compliance conservada puede resultar perjudicial al sobredistender más alveolos ya de por sí distendidos, contribuir a la lesión pulmonar y empeorar el pronóstico del paciente. Será necesario más estudios clínicos grandes que comparen el manejo estándar del ARDS actual con un manejo individualizado en función de los “fenotipos” del CARDS, para disminuir el riesgo latente de causar sobredistensión alveolar en pacientes en quienes la compliance este casi conservada y se manejen valores de PEEP elevada si se sigue de forma ciega las recomendaciones clásicas del ARDS.

Referencias

- Abarca Rozas, B., Vargas Urra, J., & García Garzón, J. (2020). Características de la ventilación mecánica invasiva en COVID-19 para médicos no especialistas. *Revista Chilena de Anestesia*, 49(4), 504-513. <https://doi.org/10.25237/revchilanestv49n04-06>
- Bates, J. H. T., & Smith, B. J. (2018). Ventilator-induced lung injury and lung mechanics. *Annals of Translational Medicine*, 6(19), 378. <https://doi.org/10.21037/atm.2018.06.29>
- Bayram, B., & Şancı, E. (2019). Invasive mechanical ventilation in the emergency department. *Turkish Journal of Emergency Medicine*, 19(2), 43-52. <https://doi.org/10.1016/j.tjem.2019.03.001>
- Belletti, A., Todaro, G., Valsecchi, G., Losiggio, R., Palumbo, D., Landoni, G., & Zangrillo, A. (2022). Barotrauma in Coronavirus Disease 2019 Patients Undergoing Invasive Mechanical Ventilation: A Systematic Literature Review*. *Critical Care Medicine*, 50(3), 491-500. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000005283>
- Boban, M. (2021). Novel coronavirus disease (COVID-19) update on epidemiology, pathogenicity, clinical course and treatments. *International Journal of Clinical Practice*, 75(4), e13868. <https://doi.org/10.1111/ijcp.13868>
- Camporota, L., Cronin, J. N., Busana, M., Gattinoni, L., & Formenti, F. (2022). Pathophysiology of coronavirus-19 disease acute lung injury. *Current Opinion in Critical Care*, 28(1), 9-16. <https://doi.org/10.1097/MCC.0000000000000911>
- Chen, Y., Klein, S. L., Garibaldi, B. T., Li, H., Wu, C., Osevala, N. M., Li, T., Margolick, J. B., Pawelec, G., & Leng, S. X. (2021). Aging in COVID-19: Vulnerability, immunity and intervention. *Ageing Research Reviews*, 65, 101205. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2020.101205>
- Clarke, J., Geoghegan, P., McEvoy, N., Boylan, M., Ní Choileáin, O., Mulligan, M., Hogan, G., Keogh, A., McElvaney, O. J., McElvaney, O. F., Bourke, J., McNicholas, B., Laffey, J. G., McElvaney, N. G., & Curley, G. F. (2021). Prone positioning improves oxygenation and lung recruitment in patients with SARS-CoV-2 acute respiratory distress syndrome; a single centre cohort study of 20 consecutive patients. *BMC Research Notes*, 14, 20. <https://doi.org/10.1186/s13104-020-05426-2>
- Corrêa, T. D., Matos, G. F. J. de, Bravim, B. de A., Cordioli, R. L., Garrido, A. del P. G., Assuncao, M. S. C. de, Barbas, C. S. V., Timenetsky, K. T., Rodrigues, R. dos R., Guimarães, H. P., Rabello Filho, R., Lomar, F. P., Scarin, F. C. de L. C., Batista, C. L., Pereira, A. J., Guerra, J. C. de C.,

- Carneiro, B. V., Nawa, R. K., Brandão, R. M., ... Ferraz, L. J. R. (2020). Intensive support recommendations for critically-ill patients with suspected or confirmed COVID-19 infection. *Einstein (São Paulo)*, 18. https://doi.org/10.31744/einstein_journal/2020AE5793
- Fan, E., Beitler, J. R., Brochard, L., Calfee, C. S., Ferguson, N. D., Slutsky, A. S., & Brodie, D. (2020). COVID-19-associated acute respiratory distress syndrome: Is a different approach to management warranted? *The Lancet. Respiratory Medicine*, 8(8), 816-821. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(20\)30304-0](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(20)30304-0)
- Fanelli, V., Vlachou, A., Ghannadian, S., Simonetti, U., Slutsky, A. S., & Zhang, H. (2013). Acute respiratory distress syndrome: New definition, current and future therapeutic options. *Journal of Thoracic Disease*, 5(3), 326-334. <https://doi.org/10.3978/j.issn.2072-1439.2013.04.05>
- Gattinoni, L., Chiumello, D., Caironi, P., Busana, M., Romitti, F., Brazzi, L., & Camporota, L. (2020). COVID-19 pneumonia: Different respiratory treatments for different phenotypes? *Intensive Care Medicine*, 46(6), 1099-1102. <https://doi.org/10.1007/s00134-020-06033-2>
- Gertler, R. (2021). Respiratory Mechanics. *Anesthesiology Clinics*, 39(3), 415-440. <https://doi.org/10.1016/j.anclin.2021.04.003>
- Gosangi, B., Rubinowitz, A. N., Irugu, D., Gange, C., Bader, A., & Cortopassi, I. (2022). COVID-19 ARDS: A review of imaging features and overview of mechanical ventilation and its complications. *Emergency Radiology*, 29(1), 23-34. <https://doi.org/10.1007/s10140-021-01976-5>
- Grasselli, G., Cattaneo, E., Florio, G., Ippolito, M., Zanella, A., Cortegiani, A., Huang, J., Pesenti, A., & Einav, S. (2021). Mechanical ventilation parameters in critically ill COVID-19 patients: A scoping review. *Critical Care*, 25, 115. <https://doi.org/10.1186/s13054-021-03536-2>
- Hu, B., Guo, H., Zhou, P., & Shi, Z.-L. (2020). Characteristics of SARS-CoV-2 and COVID-19. *Nature Reviews. Microbiology*, 1-14. <https://doi.org/10.1038/s41579-020-00459-7>
- Ippolito, M., Misseri, G., Catalisano, G., Marino, C., Ingoglia, G., Alessi, M., Consiglio, E., Gregoretti, C., Giarratano, A., & Cortegiani, A. (2021). Ventilator-Associated Pneumonia in Patients with COVID-19: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Antibiotics*, 10(5), 545. <https://doi.org/10.3390/antibiotics10050545>
- Jain, S., Khanna, P., & Sarkar, S. (2022). Comparative evaluation of ventilator-associated pneumonia in critically ill COVID-19 and patients infected with other corona viruses: A systematic review

- and meta-analysis. *Monaldi Archives for Chest Disease*.
<https://doi.org/10.4081/monaldi.2021.1610>
- Kluge, S., Janssens, U., Welte, T., Weber-Carstens, S., Schälte, G., Salzberger, B., Gastmeier, P., Langer, F., Welper, M., Westhoff, M., Pfeifer, M., Hoffmann, F., Böttiger, B. W., Marx, G., & Karagiannidis, C. (2021). Recommendations for treatment of critically ill patients with COVID-19. *Der Anaesthetist*, *70*(Suppl 1), 19-29. <https://doi.org/10.1007/s00101-020-00879-3>
- Kondili, E., Makris, D., Georgopoulos, D., Rovina, N., Kotanidou, A., & Koutsoukou, A. (2021). COVID-19 ARDS: Points to Be Considered in Mechanical Ventilation and Weaning. *Journal of Personalized Medicine*, *11*(11), 1109. <https://doi.org/10.3390/jpm11111109>
- Lentz, S., Roginski, M. A., Montrief, T., Ramzy, M., Gottlieb, M., & Long, B. (2020). Initial emergency department mechanical ventilation strategies for COVID-19 hypoxemic respiratory failure and ARDS. *The American Journal of Emergency Medicine*, *38*(10), 2194-2202. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2020.06.082>
- Li Bassi, G., Suen, J. Y., Dalton, H. J., White, N., Shrapnel, S., Fanning, J. P., Liquet, B., Hinton, S., Vuorinen, A., Booth, G., Millar, J. E., Forsyth, S., Panigada, M., Laffey, J., Brodie, D., Fan, E., Torres, A., Chiumello, D., Corley, A., ... Fraser, J. F. (2021). An appraisal of respiratory system compliance in mechanically ventilated covid-19 patients. *Critical Care*, *25*, 199. <https://doi.org/10.1186/s13054-021-03518-4>
- Lotfi, M., Hamblin, M. R., & Rezaei, N. (2020). COVID-19: Transmission, prevention, and potential therapeutic opportunities. *Clinica Chimica Acta; International Journal of Clinical Chemistry*, *508*, 254-266. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2020.05.044>
- Meyer, N. J., Gattinoni, L., & Calfee, C. S. (2021). Acute respiratory distress syndrome. *Lancet (London, England)*, *398*(10300), 622-637. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)00439-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00439-6)
- Morales-Cané, I., Del Rocío Valverde-León, M., González-Gancedo, J., Rodríguez-Muñoz, P. M., Hidalgo-Lopezosa, P., Rodríguez-Borrego, M. A., & López-Soto, P. J. (2021). Ventilatory therapies and Intensive Care admissions for patients with COVID-19: A systematic review. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, *25*(6), 2730-2743. https://doi.org/10.26355/eurrev_202103_25436
- Muñoz-Cofré, R., Araneda-Madrid, P., del Sol, M., Álvarez-Pérez, F., Pérez-Riquelme, C., Escobar-Cabello, M., Valenzuela-Vásquez, J., Muñoz-Cofré, R., Araneda-Madrid, P., del Sol, M.,

- Álvarez-Pérez, F., Pérez-Riquelme, C., Escobar-Cabello, M., & Valenzuela-Vásquez, J. (2020). Relación de las Medidas de Mecánica Ventilatoria y Radiográficas con el Tiempo de Conexión a Ventilación Mecánica en Pacientes COVID-19. Un Análisis Preliminar. *International Journal of Morphology*, 38(6), 1580-1585. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022020000601580>
- Navas-Blanco, J. R., & Dudaryk, R. (2020a). Management of Respiratory Distress Syndrome due to COVID-19 infection. *BMC Anesthesiology*, 20, 177. <https://doi.org/10.1186/s12871-020-01095-7>
- Navas-Blanco, J. R., & Dudaryk, R. (2020b). Management of Respiratory Distress Syndrome due to COVID-19 infection. *BMC Anesthesiology*, 20, 177. <https://doi.org/10.1186/s12871-020-01095-7>
- Ochani, R. K., Asad, A., Yasmin, F., Shaikh, S., Khalid, H., Batra, S., Sohail, M. R., Mahmood, S. F., Ochani, R., Arshad, M. H., Kumar, A., & Surani, S. (2021). *COVID-19 pandemic: From origins to outcomes. A comprehensive review of viral pathogenesis, clinical manifestations, diagnostic evaluation, and management.* 17.
- Ouyang, L., Yu, M., Zhu, Y., & Gong, J. (2021). Respiratory supports of COVID-19 patients in intensive care unit: A systematic review. *Heliyon*, 7(4). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06813>
- Perchiazzi, G., Pellegrini, M., Chiodaroli, E., Urits, I., Kaye, A. D., Viswanath, O., Varrassi, G., & Puntillo, F. (2020). The use of positive end expiratory pressure in patients affected by COVID-19: Time to reconsider the relation between morphology and physiology. *Best Practice & Research. Clinical Anaesthesiology*, 34(3), 561-567. <https://doi.org/10.1016/j.bpa.2020.07.007>
- Pfortmueller, C. A., Spinetti, T., Urman, R. D., Luedi, M. M., & Schefold, J. C. (2021). COVID-19-associated acute respiratory distress syndrome (CARDS): Current knowledge on pathophysiology and ICU treatment – A narrative review. *Best Practice & Research. Clinical Anaesthesiology*, 35(3), 351-368. <https://doi.org/10.1016/j.bpa.2020.12.011>
- Pham, T., Brochard, L. J., & Slutsky, A. S. (2017). Mechanical Ventilation: State of the Art. *Mayo Clinic Proceedings*, 92(9), 1382-1400. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2017.05.004>
- Plotnikow, G. A., Matesa, A., Nadur, J. M., Alonso, M., Nuñez I, I., Vergara, G., Alfageme, M. J., Vitale, A., Gil, M., Kinzler, V., Melia, M., Pugliese, F., Donnianni, M., Pochettino, J., Brozzi, I., & Scapellato, J. L. (2020). Características y resultados de los pacientes infectados con nCoV19

- con requerimiento de ventilación mecánica invasiva en la Argentina. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, 32, 348-353. <https://doi.org/10.5935/0103-507X.20200062>
- Robba, C., Battaglini, D., Ball, L., Patroniti, N., Loconte, M., Brunetti, I., Vena, A., Giacobbe, D. R., Bassetti, M., Rocco, P. R. M., & Pelosi, P. (2020). Distinct phenotypes require distinct respiratory management strategies in severe COVID-19. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 279, 103455. <https://doi.org/10.1016/j.resp.2020.103455>
- Swenson, K. E., & Swenson, E. R. (2021). Pathophysiology of Acute Respiratory Distress Syndrome and COVID-19 Lung Injury. *Critical Care Clinics*, 37(4), 749-776. <https://doi.org/10.1016/j.ccc.2021.05.003>
- Walter, J. M., Corbridge, T. C., & Singer, B. D. (2018). Invasive Mechanical Ventilation. *Southern medical journal*, 111(12), 746-753. <https://doi.org/10.14423/SMJ.0000000000000905>
- Wang, Y.-C., Lu, M.-C., Yang, S.-F., Bien, M.-Y., Chen, Y.-F., & Li, Y.-T. (2021). Respiratory care for the critical patients with 2019 novel coronavirus. *Respiratory Medicine*, 186, 106516. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2021.106516>
- Welker, C., Huang, J., Gil, I. J. N., & Ramakrishna, H. (2022). 2021 Acute Respiratory Distress Syndrome Update, With Coronavirus Disease 2019 Focus. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*, 36(4), 1188-1195. <https://doi.org/10.1053/j.jvca.2021.02.053>