

**TITULACIÓN DE PEEP CON TABLA FIO₂/PEEP Y GUIADO POR BALÓN
ESOFÁGICO EN PACIENTES OBESOS CON SDRA: DESCRIPCIÓN DE CUATRO
CASOS A 2600 m.s.n.m**

Investigadores Principales:

Cortés Bravo Aníbal

Rojas Camilo Andres

Especialización en medicina crítica y cuidado intensivo

Universidad El Bosque

División de Posgrados

Especialización en Cuidados intensivos

2021-2023

**TITULACIÓN DE PEEP CON TABLA FIO2/PEEP Y GUIADO POR BALÓN
ESOFÁGICO EN PACIENTES OBESOS CON SDRA: DESCRIPCIÓN DE CUATRO
CASOS A 2600 m.s.n.m**

Investigadores Principales:

Cortés Bravo Aníbal

Rojas Camilo Andres

Fellow de cuidados intensivos

Asesor temático:

Dr. Guillermo Ortíz

Médico Internista Neumólogo Intensivista

Hospital Santa Clara

Asesor metodológico:

Jose Daniel Toledo Arenas

Universidad El Bosque

División de Posgrados

Especialización en cuidados intensivos

2021 – 2023

Nota de Salvedad de Responsabilidad Institucional

“La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velará por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia”.

Presentación del Proyecto

Anibal Cortés Bravo, Camilo Andres Rojas

Fellow de Medicina Crítica y Cuidado Intensivo, Hospital Santa Clara, Universidad El Bosque.

Título del proyecto

Titulación de PEEP con tabla FiO₂/PEEP y guiado por balón esofágico en pacientes obesos con SDRA: descripción de cuatro casos a 2600 m.s.n.m

Área de conocimiento

Medicina interna – Neumología – Cuidados intensivos

Lugar de ejecución

Bogotá D.C. USS Hospital Santa Clara

Duración

El proyecto tiene un tiempo de desarrollo de 13 meses para lograr obtener la información para el posterior análisis

Investigadores principales

Anibal Cortés Bravo (1), Camilo Andres Rojas (2)

Investigadores secundarios

No

Asesor de tesis

Guillermo Ortiz

Intensivista, Neumólogo, Internista, UHMES Hospital Santa Clara.

Tabla de Contenido

Resumen ejecutivo del proyecto	8
Palabras clave:	9
Abstract	9
Key words:	10
Planteamiento del Problema.....	10
Pregunta de Investigación.....	10
Justificación	11
Estado del Arte.....	11
Objetivos	14
Objetivo General	14
Objetivos Específicos.....	14
Metodología.....	15
Variables y su Nivel de Medición	17
Plan de Recolección de Datos	23
Tipo y Estrategia de Muestreo.	23
<i>Figura 1. Protocolo de inserción de un balón esofágico y titulación de PEEP</i>	24
Plan de Análisis de Datos.....	28
Análisis de Datos	28
Aspectos Éticos	31
Cronograma de Actividades.....	32

Presupuesto	33
Resultados	36
Resumen de los Casos.....	36
Discusión.....	49
Conclusión	52
Referencias Bibliográficas	53

Resumen ejecutivo del proyecto

Introducción: La pandemia de COVID-19 provocó un aumento del síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA) y su mortalidad es mayor del 30 %, se describió un fenotipo con distensibilidad del sistema respiratorio preservada y capacidad de reclutamiento pulmonar baja. La ventilación mecánica restaura una adecuada oxigenación, pero produce daño pulmonar indistinguible del causado por SDRA. Para disminuir la atelectasia en el SDRA, se utiliza la PEEP que aumenta el tamaño del pulmón al final de la espiración y disminuye la lesión por deformabilidad, cizallamiento o atelectrauma. Se desconoce cómo titular la PEEP en pacientes con SDRA relacionado con COVID-19. **Descripción de los pacientes:** Describimos retrospectivamente a cuatro pacientes obesos con SDRA durante la pandemia de COVID-19, utilizando un ensayo de PEEP guiado por presión transpulmonar estimado mediante presión esofágica durante la posición supina y prono para personalizar la PEEP a 2600 Mt sobre el nivel del mar. **Objetivo** Fue describir un protocolo de titulación de la PEEP establecida por presión transpulmonar y la PEEP basal según la tabla de FiO₂ - PEEP alta en posición supina y de prono. **Discusión** La presión de conducción transpulmonar tuvo valores discrepantes y de difícil interpretación. Al comparar los valores directos y derivados de la elastancia, no se logró describir ningún tipo de que nos permitiera describir conclusiones definitivas. **Conclusiones:** La PEEP debe personalizarse en pacientes con SDRA relacionado con COVID-19 para reducir la sobre distensión y colapso alveolar, en pacientes obesos pronados, se necesitan más estudios para confirmar esta hipótesis.

Palabras clave:

SDRA, Titulación PEEP, ventilación mecánica, estrés, deformabilidad, distensibilidad, elastancia.

Abstract

Introduction: The COVID-19 pandemic caused an increase in acute respiratory distress syndrome (ARDS) and its mortality is greater than 30%, a phenotype with preserved respiratory system distensibility and low lung recruitment capacity was described. Mechanical ventilation restores oxygenation, but produces lung damage indistinguishable from that caused by ARDS. To decrease atelectasis in ARDS, PEEP is used to increase end-expiratory lung size and decrease injury from deformability, shear or atelectrauma. It is unknown how to titrate PEEP in patients with COVID-19 related ARDS. Patients information: to describe four obese patients with ARDS during the COVID-19 pandemic, using a transpulmonary pressure-guided PEEP assay estimated by esophageal pressure during supine and prone to titrate PEEP at 2600 Mt above sea level. Objective To describe a protocol for titration of PEEP established by transpulmonary pressure and basal PEEP according to the FiO₂/PEEP table in supine and prone position. Discussion Transpulmonary driving pressure had discrepant and difficult to interpret values. When comparing direct and elastance-derived values, we were unable to describe any type that would allow a conclusion. Conclusions: PEEP should be customized in patients with COVID-19

related ARDS to reduce over distension and alveolar collapse, in obese pronated patients, further studies are needed to confirm this hypothesis.

Key words:

ARDS, PEEP titration, mechanical ventilation, stress, deformability, distensibility, elastance.

Planteamiento del Problema

Pregunta de Investigación

Es un método invasivo, balón esofágico, la mejor manera de titular de PEEP en pacientes con SDRA a 2600 msnm, en la posición supina y la posición de pronación

P: Ventilación mecánica invasiva y SDRA

I: Titulación de PEEP con balón esofágico, obteniendo la presión transpulmonar

C: Titulación de PEEP mediante tabla FiO₂/PEEP

O: Distensibilidad

¿En pacientes bajo ventilación mecánica con diagnóstico de Síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA), utilizar balón esofágico, es la mejor manera de titular de PEEP en pacientes con aumento de la elastancia torácica a 2600 msnm, en la posición supina y la posición de pronación, para mejorar la distensibilidad pulmonar?

Justificación

Estado del Arte

La pandemia de COVID-19 provocó un aumento del síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA). En 2016, un estudio de 459 unidades de cuidados intensivos (UCI) de 50 países informó que el 10 % de los pacientes de la UCI y el 23 % de los que requirieron ventilación mecánica cumplían los criterios para SDRA. (1) (2)

En el caso del SDRA por COVID-19, hubo tendencias en la mortalidad que pudieron deberse a los cambios en el manejo ventilatorio; una cohorte inglesa de 21.082 pacientes evaluada durante el 2019, mostró mortalidades del 28,4 % en unidades de alta dependencia y del 32 % en unidades de cuidados intensivos a finales de marzo y abril, para los meses de mayo y junio del mismo año, del 7,3% y del 19,6% respectivamente. (3)

El SDRA es un síndrome clínico caracterizado por edema pulmonar inflamatorio, hipoxemia grave, rigidez pulmonar, lesión endotelial y epitelial difusa.(3) (4) La mortalidad por SDRA es alta, Dennis JM et al en estudios observacionales de Inglaterra, informan más del 30 % de mortalidad hospitalaria, incluido un ensayo de SDRA de moderado a grave que informa una mortalidad del 43 % a los 90 días” (4) (5)

Inicialmente, se pensó que el SDRA relacionado con COVID-19 era típico según la definición de Berlín (6) Más tarde, Gattinoni L, et al, describió un fenotipo consistente en una distensibilidad del sistema respiratorio preservada y una capacidad de reclutamiento pulmonar baja. (7) (8)

La presión transpulmonar (PTP) durante la respiración espontánea aumenta por una disminución de la presión pleural (Ppl) producida por la contracción de los músculos inspiratorios y varía durante la ventilación mecánica, puesto que la PTP aumenta por un incremento en la presión alveolar (Palv) producida por el ventilador, $PTP = Palv - Ppl$. (9)

Marini JJ y Gattinoni L, establecen como la ventilación mecánica se implementa en estos pacientes para restaurar una adecuada oxigenación, sin embargo, es evidente en las últimas dos décadas, que la ventilación mecánica por sí misma, puede aumentar o causar daño pulmonar que es indistinguible del causado por SDRA. (8) (9)

Como estrategia para disminuir las zonas de atelectasia en el SDRA, Ortiz et al, describe como titular la PEEP (Presión al final de la espiración); pretende aumentar el tamaño del pulmón al final de la espiración y disminuir la deformabilidad durante la inspiración, así como la lesión por cizallamiento o atelectrauma.(10)

Una explicación para la mortalidad puede estar en relación con diferentes estrategias con las que se titula la PEEP y el Volumen corriente. En general, reflejan el comportamiento mecánico del sistema respiratorio (pulmón y caja torácica) y no la respuesta de regiones específicas del pulmón, generando diferentes valores de PTP en áreas con condiciones mecánicas diferentes, es decir, sobre distendiendo áreas de pulmón no dependiente, al tiempo que puede generar colapso de áreas de pulmón dependiente, con apertura y cierre permanentes durante el ciclo respiratorio. (11) (12)

Se desconoce cómo titular la PEEP en pacientes con SDRA relacionado con COVID-19. Ensayos controlados aleatorizados encontraron que una estrategia de PEEP más alta versus una PEEP más baja no redujo la tasa de mortalidad. (13)

Desde una perspectiva de la mecánica pulmonar, la titulación de PEEP busca el mejor punto en el asa inspiratoria y espiratoria de la curva presión-volumen, buscando el mejor rendimiento entre la sobre distensión y el colapso alveolar. La PEEP recomendada para las estrategias de ventilación con protección pulmonar oscila entre 5 cm y 24 cm H₂O, como lo describe Brower RG, et al. (13) (14)

De modo semejante, se ha encontrado que niveles de PEEP más altos protegen el pulmón en modelos animales a los que se le indujo SDRA. Las investigaciones clínicas no han demostrado beneficios consistentes asociados a desenlaces clínicos robustos. (13) (15)

Una posible explicación dada por Amato M.B. es que no se haya tenido en cuenta la Ppl y que, por ende, la aplicación de PEEP haya sido insuficiente o excesiva en algunos pacientes, o también que se haya malinterpretado una elevada presión meseta en la vía aérea como indicador de sobre distensión pulmonar. (16)

Describimos retrospectivamente a cuatro pacientes obesos con SDRA durante la pandemia de COVID-19, aunque en uno de ellos la prueba fue negativa, se consideró que la prueba podría estar fuera de ventana para positividad, se utilizó un ensayo de PEEP

guiado por presión transpulmonar estimado mediante presión esofágica tras la inserción de balón esofágico durante la posición supina y la posición de pronación para personalizar la PEEP a 2600 metros sobre el nivel del mar. El objetivo de este estudio fue describir la PEEP establecida por presión transpulmonar y la PEEP basal según la tabla de FiO₂ - PEEP alta en posición supina y de prono.

Objetivos

Objetivo General

Describir el comportamiento de la mecánica pulmonar en 4 pacientes, mediante el método de titulación de presión al final de la espiración (PEEP) de forma invasiva, mediante un catéter de balón esofágico, durante la ventilación mecánica en pacientes con síndrome de distrés respiratorio agudo (SDRA), obesidad y COVID 19 a 2600 metros sobre el nivel del mar

Objetivos Específicos

1. Describir el comportamiento clínico de cuatro pacientes con SDRA, obesidad y COVID 19 a 2600 msnm
2. Describir las características mecánicas de la distensibilidad pulmonar en relación a la presión de conducción (ΔP), presión transpulmonar por método directo y derivada por la elastancia pulmonar, presión de conducción transpulmonar, elastancia del sistema respiratorio, elastancia de la caja torácica, elastancia pulmonar, distensibilidad dinámica, distensibilidad estática y presión pleural.

3. Describir el comportamiento de la mecánica pulmonar en posición supina y en posición de pronación en pacientes con compromiso de la elastancia pulmonar y SDRA a 2600 msnm
4. Describir el protocolo de inserción de balón esofágico y titulación de PEEP mediante presión transpulmonar en posición supina y de pronación.

Metodología

Tipo de Estudio

Descriptivo, retrospectivo, serie de casos

Población en Estudio

Pacientes mayores de 18 años que ingresan a la UHMES Hospital Santa Clara, al servicio de unidad de cuidados intensivos, con cuadro de insuficiencia respiratoria aguda, con requerimiento de ventilación mecánica, con 24 horas de vigilancia, cumplen criterios de SDRA (síndrome de dificultad respiratoria aguda – según definición de Berlín), con requerimiento de ventilación mecánica.

Área de Estudio

UHMES Hospital Santa Clara – Subred integrada de servicio en salud Centro Oriente - Bogotá

Criterios de Inclusión

1. Pacientes mayores de 18 años
2. Pacientes con SDRA (Síndrome de dificultad respiratoria aguda según definición de Berlín)

3. Pacientes obesos con IMC (índice de masa corporal) > 35 (se calcula dividiendo los kilogramos de peso por el cuadrado de la estatura en metros ($IMC = \text{peso [kg]} / \text{estatura [m}^2\text{]}$). Según el Instituto Nacional del Corazón, los Pulmones y la Sangre de los Estados Unidos (NHLBI), el sobrepeso se define como un IMC de más de 25. Se considera que una persona es obesa si su IMC es superior a 30.)
4. Pacientes con requerimiento de ventilación mecánica, que requieran ventilación mecánica protectora, titulación dinámica de PEEP en posición supina y de pronación
5. Pacientes a quienes se les insertó balón esofágico durante la ventilación mecánica en la etapa inicial para la titulación del PEEP
6. Pacientes con prueba de RT PCR positiva para COVID 19 o que clínicamente cumplieran con el comportamiento de neumonía grave de características virales

Criterios de Exclusión

1. Riesgo de muerte en menos de 6 horas
2. Imposibilidad para paso, por deformidad anatómica o condición clínica de catéter de balón esofágico
3. Limitación para la medición de variables fisiológicas por no contar con ventilador mecánico Mindray SV800

Variables y su Nivel de Medición

Tabla 1.

Presión de conducción			
Driving pressure	Pplat	PEEP total	DP (Pplat-PEEP)
Definición de variables:	Presión plateau (meseta)	PEEP total programado	(Valor normal <15)
Presión transpulmonar	Pplat	Pes inspiratoria	Ptp ins (Pplat - Pes ins)
Método directo	Presión plateau (meseta)	Presión esofágica inspiratoria	(Valor normal < 20)
Presión transpulmonar	Pplat	Elastancia pulmonar	Ptp ins (Pplat * (ELI/ELrs)
Método derivada de la elastancia	Presión plateau (meseta)		(Valor normal variable según autor)
		Elastancia sistema respiratorio	

Presión de conducción transpulmonar	Ptp ins	Ptp exp	TDP (Ptp ins - Ptp exp)
	Presión transpulmonar inspiratoria	Presión transpulmonar espiratoria	
Elastancia de sistema respiratorio	Pplat	PEEP total	ELrs (Pplat - (PEEP total/ VT)
	Presión plateau (meseta)	PEEP total programado	
		Volumen total	
		Volumen tidal programado	
Elastancia de la caja torácica	Pes ins	Pes exp	ELcw (Pes ins - (Pes exp / VT)
	Presión esofágica inspiratoria	Presión esofágica espiratoria	
		Volumen total	
		Volumen tidal programado	

Elastancia pulmonar	ELrs	ELcw	ELI (ELrs - ELcw)
	Elastancia del sistema respiratorio	Elastancia de la caja torácica	0
Distensibilidad dinámica	Volumen total	Presión pico	DD (VT - (Ppico - PEEP))
	Volumen tidal programado	Presión pico obtenida de la presión de la vía aérea	
		PEEP	
		PEEP programado	
Distensibilidad estática	Volumen total	Pplat	DE (VT - (Plateau/PEEP))
	Volumen tidal programado	Presión plateau (meseta)	
		PEEP	
		PEEP programado	

Presión pleural	Presión de las vías respiratorias	ELcw	Ppl (Paw * ELcw) / ELrs
-----------------	-----------------------------------	------	-------------------------

	Presión pico	Elastancia de la caja torácica	
	ELrs		
	Elastancia del sistema respiratorio		
Elastancia del sistema respiratorio	Pao, eio = presión de las vías respiratorias en la oclusión al final de la inspiración (plateau)	Pao, eeo = presión de las vías respiratorias en la oclusión al final de la espiración (PEEP total)	ELrs (Plateau - PEEP / VT * ELcw)
	Volumen total	ELcw	
	Volumen tidal programado	Elastancia de la caja torácica	
Elastancia de la caja torácica	Pes, eio = presión esofágica al final de la oclusión inspiratoria	Pes, eio = presión esofágica al final de la	ELcw (Pes ins - Pes exp / VT)

		oclusión inspi- ratoria	
	Volumen total		
	Volumen tidal pro- gramado		
Estimación derivada de la elastancia	Pao = Presión de las vias respiratorios	ELcw	Ppl ($Paw * ELcw /$ ELrs)
	ELrs		
	Elastancia del sis- tema respiratorio		
PEEP	Pplat	Pes exp	(Plateau - Pes exp) * ELrs / ELrs * ELcw
por Pes	Presión plateau (me- seta)	Presión esofá- gica espirato- ria	
	ELrs		

	Elastancia del sistema respiratorio		
	ELrs	ELcw	
	Elastancia del sistema respiratorio	Elastancia de la caja torácica	
PEEP	PEEP	$((26) P_{plat}$	$(PEEP + 26 * (P_{plat} + P_{pl}) * ELrs / ELrs * ELcw$
por ELcw	PEEP programada	26 (constante) multiplicado por la presión plateau (meseta)	
		P_{pl} , e_{io} = presión transpulmonar en la oclusión al final de la inspiración	
	ELrs		

	Elastancia del sistema respiratorio		
	ELrs	ELcw	
	Elastancia del sistema respiratorio	Elastancia de la caja torácica	

La tabla 1 describe el método de cálculo matemático para cada una de las variables numéricas obtenidas

Fuente: Elaboración propia

Plan de Recolección de Datos

Tipo y Estrategia de Muestreo.

1. Se presentará el proyecto de investigación al comité de ética del UHMES Hospital Santa Clara para su aprobación
2. Una vez se cuente con la aprobación por parte del comité de investigaciones del hospital Santa clara, se realizará la obtención de datos mediante el cálculo dirigido por medio del balón esofágico y el cálculo de datos suministrados por el ventilador mecánico Mindray SV800.
3. Los datos obtenidos, se adjuntarán en un documento de Excel, donde se realizarán diferentes mediciones en relación a medición de la presión de conducción, presión transpulmonar por método directo y derivada de la elastancia pulmonar,

presión de conducción transpulmonar, elastancia del sistema respiratorio, elastancia de la caja torácica, elastancia pulmonar, distensibilidad dinámica, distensibilidad estática, presión pleural

4. Se especificará cada uno de los datos obtenidos dependiendo del tiempo de evolución, de la posición - supina / prono –
5. Se describirá mediante el protocolo de inserción de un balón esofágico y titulación de PEEP (figura 1) el paso a paso de la comprobación de los datos. Este protocolo fue escrito y aplicado en unidad de cuidados intensivos por el Dr. Anibal Cortés Bravo y validado internamente por un grupo de expertos en cuidado intensivo liderados por el Dr Guillermo Ortiz.
6. Por el planteamiento del estudio los pacientes no requieren de firma de consentimiento informado dado que aun cuando es un estudio descriptivo de la práctica habitual en unidad de cuidados intensivos, las conductas realizadas no se salen del esquema del manejo del síndrome de dificultad respiratoria aguda que requieren ventilación mecánica en la unidad de cuidados intensivos

Figura 1. Protocolo de inserción de un balón esofágico y titulación de PEEP

Item No	Lista de chequeo	
1a	Se utilizó ventilador mecánico Mindray SV800, contenía puerto auxiliar para medición de presión esofágica.	
1b	Método de ventilación, protectora por volumen.	

2a	La sedación fue combinada, puesto que los pacientes deben estar con Rass -3 y bajo el efecto de relajante neuromuscular
2b	La sedación local se realizó con lidocaína gel (para paso vía nasal) o lidocaína spray (para paso oral)
3a	El método para el implante del catéter consiste en pasar un catéter de globo esofágico a una profundidad de 60 cm desde los incisivos para medir la presión gástrica y luego se retiró a una profundidad de 40 cm para registrar la presión esofágica durante la ventilación mecánica.
3b	Prueba de balón esofágico (Test de fuga), se realiza un inflado antes de la inserción para establecer el requerimiento de aire infundido que garantice el inflado del balón
4a	En el monitor del Mindray SV 800, ubíquese en la pantalla, y logre calibración de 0 (Start Paux)
4b	Conecte el catéter (puerto paux 1) y en el monitor establezca en medición, monitoreo de presión esofágica (Pes)
5a	Infle el balón con 5 cm de aire (1 ml para un catéter Cooper Surgical y 4 ml para un catéter Nutrivent).
5b	Retirar el aire hasta que queden de 1 a 1,5 ml dentro del globo.
6	(varía según el paciente, depende de la curva de monitoria) Confirmación de posición del catéter
6a	Comprima la región abdominal 2 cm

6b	Revise en la pantalla del monitor (en la monitorización de Paw y Pes), la infección positiva de la onda en la Pes, sin reflexión en la
6c	onda de la Paw. De ser así se corrobora que el catéter se en-
6d	cuentra en el estómago
6e	Retire lentamente el catéter esofágico
7	Una vez que aparece el corazón artificial (artificio cardiaco), el catéter está cerca de la posición óptima. Si tiene monitoria efectiva, fije el catéter a las narinas Medición de presión esofágica
7a	Presione Exp hold en la pantalla del monitor
7b	Comprima el tórax 2 cm
7c	Mida el delta de presión de la vía aérea (Pa) y el delta de presión
7d	esofágica (Pes) El delta Paw / delta de Pes podría ser de 0.8 - 1.2, esto confirma que la posición del catéter es correcta
8	Titulación de PEEP
8a	Tras la obtención de la Pes:
8b	El dato que aparece en el monitor debe oscilar entre 17 y 21, se corrobora es la presión esofágica y esta fue interpretada como la
9a	presión transpulmonar inspiratoria
9b	En mediciones adicionales, el ventilador muestra la presión transpulmonar espiratoria, esta debía oscilar entre -1 y 1

9c	Se ajusto inicialmente la PEEP +/- al valor inicial, en posición su-
10	pina, disminuyéndola, hasta que la presión transpulmonar esofá-
10a	gica estuviera cercana a 0
	Se ajusto la FiO2, disminuyéndola hasta obtener una saturación
10b	no inferior a 90%
10c	Se realizan gases arteriales y venosos para establecer
10d	PaO2/FiO2
10e	Durante la posición de pronación:
11	Se ajustó inicialmente la PEEP +/- hasta nuevamente lograr un
	valor de presión transpulmonar cercano a 0, generalmente reduc-
	ción
	Se ajusto la FiO2, disminuyéndola hasta obtener una saturación
	no inferior a 90%
	Se realizan gases arteriales y venosos para establecer
	PaO2/FiO2
	Se mantienen los valores durante el ciclo de pronación entre 16
	horas y 18 horas
	Se reiniciaron parámetros, a los obtenidos durante la medición en
	supino, una vez culminado el ciclo
	El protocolo se utilizó únicamente durante 1 ciclo de posición su-
	pina y 1 ciclo de pronación

* Inserción catéter de balón esofágico Hospital Santa Clara

Escrito por Dr. Aníbal Cortés Bravo

Plan de Análisis de Datos

Análisis de Datos

Se reclutaron 4 pacientes para nuestro análisis descriptivo de comportamiento de mecánica pulmonar, con síndrome de distrés respiratorio agudo con requerimiento de ventilación mecánica. Se registraron los datos en Microsoft Excel, con las siguientes variables: Supinación, pronación, índice de masa corporal, presión de conducción, elastancia del sistema respiratorio, elastancia de la caja torácica, elastancia pulmonar, también aplicables a método de Talmor, distensibilidad dinámica, distensibilidad estática, presión transpulmonar medida por método directo, presión transpulmonar inspiratoria derivada de la elastancia, presión transpulmonar espiratoria derivada de la elastancia, presión de conducción transpulmonar, presión pleural directa, presión pleural.

Se analizaron datos obtenidos de 4 pacientes, en el primero no se tomaron medidas en pronación, el paciente 2, 3 y 4, se tomaron medidas en supinación y posteriormente en pronación, siguiendo el conducto regular de pacientes con SDRA, dadas recomendaciones de ventilación mecánica protectora según SDRA network, así como adaptación de estudios multicéntricos como PROSEVA y ACCURACYS.

Sesgos relacionados con el tipo de estudio

Dentro de los posibles sesgos que se pueden encontrar relacionados con el diseño del estudio está el sesgo de información, el cual se refiere al posible sesgo en la recolección

de la información, ya que se basa en obtención de datos experimentales en pacientes los cuales no son similares en edad, duración de la enfermedad y severidad de la misma.

Resultados esperados.

Describir la utilidad de los métodos invasivos de titulación de la PEEP en la práctica clínica, logrando la facilidad para el uso del clínico, en unidades de cuidados intensivos de países con bajos recursos, entendiendo el comportamiento de la distensibilidad pulmonar en pacientes con SDRA en la unidad de cuidados intensivos de bajo recursos a 2600 metros sobre el nivel del mar, durante la posición supina y de pronación

Productos Esperados

Generación de nuevo conocimiento (<i>Artículos científicos en ISI, SCOPUS o en bases bibliográficas que cuenten con comité científico, libro o capítulo de libro resultado de investigación, patente, obras o productos de investigación-creación</i>)			
No.	Tipo de publicación	Descripción	Cantidad
1	Artículo en revista científica	Revista indexada	1

Desarrollo tecnológico e innovación (<i>Productos tecnológicos, empresariales, regulaciones, normas, reglamentos, consultorías, entre otros</i>)			
No.	Tipo de producto	Descripción	Cantidad
1	Protocolo de inserción de catéter de balón esofágico y titulación de PEEP	Titulación de PEEP utilizando la presión transpulmonar en posición supina y de pronación en pacientes con compromiso de la elasticidad de la caja torácica	1
Apropiación social del conocimiento (<i>Ponencias, realización de eventos, entre otros</i>)			
No.	Tipo de evento	Descripción	Cantidad
1	Congreso nacional de cuidado crítico e intensivo	Poster o paper	1
Formación en investigación (<i>Semilleros, trabajo de grado de pregrado, trabajo de grado de maestría- especialización clínica,</i>			

<i>tesis de doctorado, formación de programas o cursos de maestría o doctorado, entre otros)</i>			
No.	Tipo de formación	Descripción	Cantidad de personas beneficiadas
1	Tesis de post-grado en cuidado crítico e intensivo	Tesis cuidado crítico e intensivo	2

Aspectos Éticos

La ejecución de este proyecto de investigación tiene en consideración las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud que dictan el Código de Nüremberg (1947), la Declaración de Helsinki (1964), el Informe Belmont (1979) y la Resolución 8430 de 1993 que en su artículo 11. a. cita: “ Investigación sin riesgo: Son estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquellos en los que no se realiza ninguna intervención o modificación intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran: revisión de historias clínicas, entrevistas, cuestionarios y otros en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta”.

Consultor 1	1	Neumólogo intensivista	20000 0 semana	1 semana cada 1 mes	Bo- gotá	200000 semana	No	Si	1
Bioestadístico	1	Asesora epidemiológica	60000 por hora	2 horas semana	Bo- gotá	480000 por mes	No	Si	1
Auxiliares	0								
Total personal									
Materiales									
Papel carta	2	Resma	10000	20000	Bo- gotá	20000 cada 6 meses	No	No	1
Esferos	10	Lapicero habitual	1000	10000	Bo- gotá	10000	No	No	1
Cartucho de impresora	2	HP	12000 0	24000 0	Bo- gota	240000	No	No	1

Legajadores	0									
Carpetas	0									
Disco duro / USB	1	USB 32 Gb	50000	50000	Bo-gotá	50000	No	No	1	
Fotocopias	0									
Total papeleria										
Equipos										
Computador 1	1	HP Pavilion	2400000	2400000	Bo-gotá	2400000	No	No	1	
Computador 2	1	HP Pavilion	2400000	2400000	Bo-gotá	2400000	No	No	1	
Smartphone 1	1	Iphone 8	2400000	2400000	Bo-gotá	2400000	No	No	1	
Smartphone 2	1	Iphone 8	2400000	2400000	Bo-gotá	2400000	No	No	1	

Tripode	1	Tripode	15000 0	15000 0	Bo- gotá	150000	No	No	1
% impre- vistos	15%								
% Admi- nistrativo									
Total ge- neral									

Fuente: Elaboración propia

Componente presupuestal

35 millones de pesos

Resultados

Resumen de los Casos

Caso 1

Masculino de 57 años, mestizo, desempleado, con antecedentes de obesidad mórbida, hipertensión arterial, hipercolesterolemia y cáncer de próstata con histología descono-

cida, prostatectomía y colecistectomía, losartán tabletas de 50 mg cada día, rosuvastatina tabletas de 40 mg cada noche, ácido acetil salicílico tabletas 100 mg día. Era sedentario, desempleado y no reportaba viajes recientes.

Consultó a urgencias, por 8 días de deterioro progresivo de su clase funcional y edema de miembros inferiores, asociado a dolor lumbar. Al examen físico presentaba disociación toracoabdominal y crépitos en cuatro cuadrantes, abundante panículo adiposo, edema grado I miembros inferiores. Progresó a falla ventilatoria mixta asociada a choque de origen pulmonar, y se trasladó a la UCI. Al ingreso, presentó una tensión arterial 123/74 mm Hg, TAM 90,3 mm Hg, frecuencia cardíaca 89 latidos por minuto, frecuencia respiratoria 18 respiraciones por minuto, temperatura 36,5 grados centígrados, se dejó sedo analgesia con midazolam 3 mg hora y fentanilo 150 mcg h, con Rass -2. Recibía soporte vasopresor con norepinefrina 0.1 mcg kg min, sus gases arteriales evidencian una acidosis mixta, con trastorno severo de la oxigenación y compromiso de la perfusión tisular.

Se indicó ventilación mecánica protectora. Los laboratorios evidenciaron leucocitosis y neutrofilia, anemia leve normocítica, no tenía compromiso plaquetario, aumento marcado de la PCR, elevación de dímero D y LDH, relacionado con comportamiento de severidad de pacientes con SARS CoV-2, a su vez la RT PCR fue positiva. La radiografía de tórax evidenciaba compromiso tipo ocupación alveolar en cuatro cuadrantes. El APACHE 2 de ingreso a UCI fue de 30 puntos, estimando alta probabilidad de mortalidad.

Luego de 24 horas de ventilación mecánica y no hubo mejoría en la puntuación de APACHE 2. Durante los siguientes 7 días, presentó elevación de bilirrubinas, con perfil colestásico y continuó choque séptico abdominal, además de lesión renal aguda KDIGO 3 y requerimiento de terapia de soporte renal, progresó a disfunción multiorgánica, presentó bradicardia extrema, parada cardíaca por actividad eléctrica sin pulso y muerte pese a la reanimación con protocolo ACLS durante 15 minutos.

Caso 2

Masculino de 71 años con antecedentes de ex tabaquismo pesado, hipertensión arterial, e infarto agudo del miocardio con colocación de stent de anatomía desconocida 4 años atrás, consultó por cuadro de 6 días de tos no productiva y disnea progresiva que al quinto día se acompañó de cianosis central y en las últimas 4 horas limitación funcional total con disnea en el reposo.

Al ingreso se encontraba en mal estado general, saturando 40% al ambiente, deshidratado, con signos de dificultad respiratoria grave y Glasgow 7/15, cianosis distal, se inició máscara de no reinhalación a máximo flujo, con mejoría del estado de consciencia (Glasgow 11/15) y posterior saturación de oxígeno 70%, en los gases arteriales se evidenció acidosis mixta con trastorno severo de la oxigenación e hiperlactatemia, se realizó RT-PCR para SARS CoV 2, presentó falla respiratoria y requirió intubación orotraqueal e inicio de ventilación mecánica, en el electrocardiograma se identificó patrón s1q3t3, se consideró que cursaba con choque obstructivo secundario a tromboembolia pulmonar masiva, iniciaron soporte cardiovascular con noradrenalina, milrinone y sedo analgesia profunda con ketamina y fentanilo, adicionalmente anticoagulación con enoxaparina.

Se tomó ecocardiograma que documentó disfunción sistólica leve del ventrículo izquierdo con FEVI del 48%, valvuloesclerosis mitro aórtica sin repercusión hemodinámica, con troponinas positivas, se consideró infarto agudo del miocardio sin elevación del st, se practicó arteriografía coronaria con epicárdicas sanas, y se concluyó que cursaba con miocarditis viral.

Durante su estancia en UCI, presentó injuria renal aguda y requirió terapia de soporte renal, con mal control metabólico e infusión de insulina, se inició piperacilina tazobactam por 7 días ante la sospecha de infección bacteriana, sin embargo, con policultivos negativos. Dada la mejoría en la oxigenación, se intentó extubación la cual fue fallida y se atribuyó a lesión central, la TAC de cráneo descartó lesiones isquémicas o hemorrágicas, en un segundo intento de extubación también se falló y se hizo diagnóstico de síndrome biliar obstructivo de novo, con ecografía que reportaba barro biliar, se realizó colangiografía, se escalonó a meropenem por posible colangitis, la colangiopancreatografía retrógrada fue fallida por sangrado secundario a coagulopatía, requirió transfusión de 3 ugrs, 6 unidades de plasma, presentó hemorragia de vías digestivas secundaria, en la endoscopia se encontraron varices esofágicas grandes, las cuales fueron ligadas, se hizo diagnóstico adicional de cirrosis y posible síndrome de Budd Chiari, continuó con deterioro progresivo hasta que falleció.

Caso 3

Femenina, 71 años, mestiza, ama de casa, quien tenía antecedente de obesidad mórbida, hipertensión arterial, manejo con losartán 50 mg cada 12 horas, hidroclorotiazida 25 mg cada 24 dia. No refirió otros antecedentes quirúrgicos, toxico alérgicos o familiares. No refirió datos sobre la dieta diaria, era sedentaria, ama de casa y no viajaba.

Consultó a urgencias por 10 días de empeoramiento de la clase funcional NYHA II/IV, astenia, adinamia, tos sin expectoración y fiebre no cuantificada. Presentaba mucosa oral seca, frecuencia respiratoria de 30 por minuto, ruidos respiratorios con crépitos en cuatro cuadrantes, abundante panículo adiposo, sin edemas de miembros inferiores.

Se hizo diagnóstico de neumonía adquirida en la comunidad, viral, prueba RT PCR positiva para SARS CoV-2, se consideró coinfección bacteriana por gérmenes comunes, se inició manejo con piperacilina tazobactam. Presentó falla ventilatoria hipoxémica y fue trasladado a la UCI

Al ingreso, con tensión arterial 79/47 mm Hg, TAM 57,7 mm Hg, con norepinefrina a dosis de 0,3 mcg kg min, frecuencia cardíaca 105 latidos por minuto, frecuencia respiratoria 24 respiraciones por minuto, temperatura 36 grados centígrados, bajo sedo analgesia con midazolam 3 mg hora y fentanilo 150 mcg h, con Rass -2. Los gases arteriales evidenciaron acidosis respiratoria compensada, con trastorno severo de la oxigenación e hipoperfusión tisular dada por hiperlactatemia.

Se indicó ventilación mecánica protectora. En los laboratorios las tres líneas celulares no se encontraron comprometidas, sin embargo, el aumento marcado de reactantes inflamatorios como PCR, LDH y dímero D, sugerían daño endotelial agudo. La radiografía de tórax evidenciaba compromiso retículo nodular difuso en cuatro cuadrantes. La RT PCR para SARS CoV-2 fue positiva. Los laboratorios evidenciaban leucocitos y neutrófilos normales, con proteína C reactiva y dímero D elevados. El APACHE de ingreso a UCI fue de 27.

Se logró el retiro de la ventilación mecánica 4 días después y fue trasladada a hospitalización general, en donde permaneció por 26 días. Durante la vigilancia presentó alteración del estado de conciencia con hemiparesia izquierda, en la tomografía axial computarizada de cráneo simple evidenció hipo densidad a nivel frontal y parietal derecho en el territorio de la arteria cerebral media derecha, con estudio Holter EKG 24 horas que evidenció extrasistolia ventricular y supraventricular escasas y un episodio de taquicardia auricular con respuesta ventricular rápida. Debido a la decisión familiar de limitar el esfuerzo terapéutico dada su limitación funcional severa, presentó nueva falla ventilatoria y falleció.

Caso 4

Femenina de 21 años, mestiza, con antecedente de cardiopatía desconocida, asma y esquema de vacunación para SARS-COV2 incompleto (única dosis), ingresó por 9 días de episodios convulsivos tónicos clónicos generalizados. En la revisión por sistemas en los últimos 10 días había presentado disnea de medianos a mínimos esfuerzos y tos seca; con episodio de alteración del estado de conciencia y relajación de esfínteres.

Ingresó al primer centro hospitalario con Glasgow 7/10, realizaron intubación orotraqueal, y tomaron electroencefalograma que reportaba brotes de Ondas Delta. Durante su estancia presentó picos febriles y se inició Ceftriaxona y Clindamicina con sospecha clínica de sepsis de origen pulmonar, se descartó infección por SARS-COV 2. Persistió nuevos episodios convulsivos por lo que trasladaron a la Uci de otro centro hospitalario, a donde ingresó en malas condiciones generales con desacople de la ventilación y se documentó que el tubo orotraqueal se encontraba fuera de la tráquea; además con pulso débil, pro-

gresó a paro cardiorrespiratorio con ritmo de asistolia, le fue realizada reanimación cardio cerebro pulmonar, logrando retorno a la circulación espontánea a los 8 minutos, posteriormente se realizó intubación orotraqueal. Se hicieron diagnósticos de: estado postreanimación, cuidados postparo, edema pulmonar, neumonía aspirativa, estatus convulsivo y sospecha de neuroinfección.

Los paraclínicos al ingreso evidenciaron leucocitosis, neutrofilia, anemia normocítica, función renal preservada, hiponatremia leve, proteína c reactiva elevada, elevación de transaminasas, tiempos de coagulación normales, punción lumbar LCR sin hipoglicorraquia ni hiperproteínorraquia, pero dada la sospecha de neuroinfección, se inició cubrimiento con Cefepime, ampicilina y aciclovir.

Se realizó prueba RT-PCR para SARS-COV2 la cual fue negativa pero se consideró que debido a su vacunación reciente contra SARS CoV 2 asociada a la presencia de síntomas respiratorios se comportaba como un SDRA secundario a COVID-19, suspendieron el manejo con aciclovir y ampicilina, continuó el manejo con cefepime e iniciaron esteroide endovenoso, presentó descenso progresivo de HB hasta 4 g/dl, se transfundieron 2 unidades de glóbulos rojos y pese al manejo con anticonvulsivantes continuó con episodios convulsivos.

Cursó febril y taquicárdica, se tomaron policultivos, se inició Piperacilina Tazobactam y a los dos días, se aisló en hemocultivos Streptococcus y Acinetobacter Baumannii KPC, razón por la cual se inició Meropenem y Colistina. Se practicó ecocardiograma documentándose en la aurícula derecha una imagen sugestiva de vegetación, pero fue descartada

mediante ecocardiograma transesofágico, infectología consideró continuar Meropenem - Colistina y adicionar Tigeciclina.

Continuó con mala evolución neurológica con secuelas de encefalopatía hipóxico isquémicas severas e irreversibles, requiriendo traqueostomía y gastrostomía. con estancia prolongada, con complicaciones infecciosas y por gérmenes resistentes, debido a esto se limitó el esfuerzo terapéutico y terminó falleciendo meses después de su ingreso hospitalario.

La tabla 4 resumen el comportamiento de los laboratorios para el cálculo del APACHE 2 y la estimación descriptiva de la mortalidad

Tabla 4 Características del comportamiento de laboratorios

Datos de laboratorio		Día ingreso UCI			
Variable	Rango de referencia hospital	Pa- ciente 1	Pa- ciente 2	Pa- ciente 3	Pa- ciente 4
Sangre					
Sodio (Na) mmol/L	137-145	134	134,3	138	
Potasio (K) mmol/L	3,5-5	5,5	4	2,9	
Cloro (Cl) mmol/L	98-107	105	97,4	100	
Úrea (BUN) mg/dL	9,0-20	78	8,8	34	20
Creatinina (SCr) mg/dL	0,66-1,25	4,93	0,57	0,2	1,1
Glucosa (Glu) mg/dL	70-106	334	122	143	151

Alanino aminotransferasa (TGO) UI/L	17-59	35	121	138	
Aspartato aminotransferasa (TGP) UI/L	0-50	38	52	97	
Bilirrubina total mg/dL	0,2-1,3	0,6	0,6	1,1	1,5
Recuento de leucocitos x10³/mm³	4,23-9,07	22,39	31,78	4,39	10810
<u>Recuento diferencial</u>					
Neutrofilos x10³/mm³	1,78-5,38	20,48		3,59	8580
Linfocitos x10³/mm³	1,32-3,57	0,86		0,6	720
Monocitos x10³/mm³	0,3-0,82	0,72		0,2	
Eosinófilos x10³/mm³	0,04-0,54	0		0	
Hemoglobina g/dL	13,7 - 17,5	12,7	8,1	16,7	14,3
Hematocrito	40,1-51	40,5	24,7	51	40,8
Conteo plaquetario x10³/mm³	163-337	409	250000	387	254000
PCR mg/dL	0-1	32	45	No	20,4
Dimero D ng/dL	500-600	1970		10000	1347,96
LDH U/L	120-246	1000		No	785
<u>Gases arteriales</u>					
pH	7,35-7,45	7,17		7,12	7,5
paO₂	>60	80		67	57
paCO₂	25-35	44		61	

Volumen Tidal	VT	440	440	440	420	420	416	398	380	350
Fracción inspirada de O2	FIO2	70%	70%	70%	70%	50%	70%	50%	55%	50%
Presión al final de la espiración	PEEP	16	20	10	20	15	16	15	14	14
Saturación periférica de O2	SO2	92%	90%	94%	90%	92%	90%	92%	90%	92%
Plateau	Plateau	36	42	29	43	26	34	26	43	36
Presión esofágica	PES	16	17	15	19	18	18	14	23	20
Supinado	S	1	1	1	1	0	1	0	1	0
Pronado	P	0	0	0	0	1	0	1	0	1
IMC	>30	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	<30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Presión de conducción	PD	20	0	0	22	16	18	11	30,3	22

Elastancia de sistema respiratoria	ESR	37,9	0	0	41,9	30,9	33,9	25,9	44,2	35,9
Elastancia de la caja torácica	ECT	23,9	0	0	20,9	16,9	44,9	38,9	31,6	27,5
Elastancia pulmonar	EP	13,1	0	0	21	14	11	13	12,6	12,6
Distensibilidad dinámica	DD	20,9	0	0	18,2	26,25	14	16,5	10,4	11,2
Distensibilidad estática	DE	23,1	0	0	19	26,25	22	36,1	12,5	17,2
Presión transpulmonar método directo	PTP-MD	15	17	16	19	14	17	14	12,4	8,5

Transpul- monar Presión pleural di- recto	PPLD	24,5	0	0	22,4	17,2	59,6	58	36	36
--	-------------	------	---	---	------	------	------	----	----	----

La tabla 5 muestra las variables de oxigenación y del comportamiento de la mecánica ventilatoria en los 4 pacientes

Fuente: elaboración propia

Discusión

Se realizó una descripción de 4 casos, con características clínicas similares, tanto en el comportamiento de la severidad del SDRA y del APACHE, en el marco de la pandemia por COVID-19, de los casos reportados todos murieron. En nuestros cuatro pacientes, manejados en UCI correspondientes a regiones de bajos recursos con la mortalidad puede ascender hasta al 70%. (17)

El seguimiento del lactato en los casos reportados está basado en la apreciación de Araki y Zillessen, que ha permitido la asociación de niveles elevados de lactato e hipoxia tisular dada su fuerte relación con la aparición de oxigenación tisular inadecuada y su relación con la morbilidad y la mortalidad. (18) (19)

Se utilizo el esquema de volúmenes bajos y titulación propuesta por SDRA network, mediante la tabla FiO2/PEEP para la toma de decisiones globales en el manejo del SDRA.

Para estos pacientes, una vez presentaron el requerimiento de relajante neuromuscular con aumento de las presiones meseta, sesgadas por la presión impuesta por el tórax en relación con un aumento de la elastancia torácica, utilizamos el protocolo institucional de inserción de balón esofágico. (20)

La manometría esofágica es el único método clínicamente disponible para separar la presión de las vías respiratorias (P_{aw}) aplicada al sistema respiratorio en el componente que distiende la pared torácica (es decir, presión pleural [P_{pl}]) y el que distiende el pulmón. (14)

Se logró una descripción del comportamiento de la presión transpulmonar, una vez se insertó el balón esofágico. Para prevenir la atelectasia, se ajusta la PEEP de modo que la P_{tp} espiratoria sea ligeramente positiva permitiendo hipotéticamente que si las unidades alveolares son reclutables, se mantengan abiertas. (21) (9)

El comportamiento fue similar, teniendo en cuenta, la P_{tp} calculada a partir de P_{es} la cual reflejaba con precisión la P_{tp} en las regiones pulmonares adyacentes al globo esofágico (es decir, dependiente del pulmón medio), si se calibraba correctamente, datos obtenidos de los pacientes durante la posición ventral. (20) (9)

Sin embargo, esta descripción muestra que, durante la posición de pronación, el posible reclutamiento neto intermedio y una inflación alveolar distribuida de manera más homogénea, así como una distribución más homogénea de la perfusión y una mejor coincidencia de V/Q , independientemente de la extensión del reclutamiento niveló la P_{tp} espiratoria obtenida, arrojada directamente por el ventilador mecánico, siendo más negativa.

(8) Al titular la PEEP buscando un valor cercano a 0, de P_{tp} espiratoria, describimos

durante la posición de pronación, los pacientes necesitaron menos valor de PEEP, con aumento de la PaO_2/FiO_2 . Sin embargo, esto solo es una argumentación descriptiva.

Esta descripción clínica y de comportamiento de la mecánica pulmonar, busca describir otras estrategias terapéuticas durante la ventilación mecánica, como se realizó en la validación del "EPVent" (ventilación mecánica guiada por presión esofágica) con una estrategia de pulmón abierto que incluya volúmenes corrientes bajos y el mantenimiento de una presión transpulmonar positiva al final de la espiración [P_{tpexp}]. (22) (23)

En estos pacientes con obesidad, la cual fue el determinante para establecer el aumento de la elastancia torácica, la presión de conducción y la plateau superaban los límites de seguridad establecidos en ventilación protectora. Las distensibilidades globales, tuvieron relación con la severidad del SDRA y la presión transpulmonar espiratoria, se mantuvo entre 1 y -1, evidenciando un nivel cercano a 0 en los pacientes que recibieron pronación. La presión de conducción transpulmonar tuvo valores discrepantes y de difícil interpretación. Al comparar los valores directos y derivados de la elastancia, no se logró describir ningún tipo de que nos permitiera una conclusión descriptiva.

Este reporte tiene varias fortalezas, primero, se logró describir el comportamiento de la mecánica pulmonar, en pacientes con aumento de la elastancia torácica y críticamente enfermos durante la pandemia de COVID 19, así como el comportamiento en posición supina y de pronación a 2600 metros sobre el nivel del mar, en una unidad de cuidados intensivos de un país con bajos recursos. Segundo, la descripción detallada del protocolo de inserción de balón esofágico permite de forma fácil y secuencial la construcción de posibles estudios próximos, con intervenciones más robustas. Tercero, mediante esta descripción buscamos que el clínico tenga una experiencia real al uso de otras formas

de titulación de PEEP, las cuales están incluidas como estrategias de ventilación mecánica protectora.

Aunque se utiliza ampliamente en la investigación, un gran estudio epidemiológico que abarcó 50 países informó que la manometría esofágica se utilizó en menos del 1 % de los pacientes con SDRA (1); una de las principales razones puede ser que se haya cuestionado su validez, puesto que las dos estimaciones de Ptp arrojan resultados bastante diferentes y esta discrepancia planteó dudas sobre la validez de la manometría esofágica para reflejar la presión de distensión local. (20) (8) (7) (23) (14)

Los valores, también varían con el ventilador mecánico, siendo la disponibilidad de este dispositivo una limitación para el uso de rutina en unidades de cuidados intensivos de países con bajos recursos.

Este estudio, al ser descriptivo, sólo permite valorar el comportamiento de la mecánica pulmonar y sus variables fisiológicas en el SDRA asociado a COVID 19, sin poder concluir la importancia de la titulación en los desenlaces.

Conclusión

La titulación de PEEP, descrita en cuatro pacientes con SDRA por COVID 19 a 2600 metros sobre el nivel del mar, con método de FiO₂/PEEP y mediante la estimación de la presión transpulmonar espiratoria posterior a la inserción de balón esofágico, puede estar en relación la hipótesis, de que la PEEP debe personalizarse en pacientes con SDRA relacionado con COVID-19 para reducir la cantidad total de sobre distensión y colapso alveolar, sobre todo en pacientes obesos que se sometan a pronación, sin embargo, se necesitan más estudios con mayor robustez que logren constatar esta hipótesis.

Referencias Bibliográficas

1. Bellani G, Laffey JG, Pham T, Fan E, Brochard L, Esteban A, et al. Epidemiology, Patterns of Care, and Mortality for Patients With Acute Respiratory Distress Syndrome in Intensive Care Units in 50 Countries. *JAMA*. 23 de febrero de 2016;315(8):788-800.
2. Meyer NJ, Gattinoni L, Calfee CS. Acute respiratory distress syndrome. *Lancet Lond Engl*. 14 de agosto de 2021;398(10300):622-37.
3. Dennis JM, McGovern AP, Vollmer SJ, Mateen BA. Improving Survival of Critical Care Patients With Coronavirus Disease 2019 in England: A National Cohort Study, March to June 2020. *Crit Care Med*. 1 de febrero de 2021;49(2):209-14.
4. Meade MO, Cook DJ, Guyatt GH, Slutsky AS, Arabi YM, Cooper DJ, et al. Ventilation Strategy Using Low Tidal Volumes, Recruitment Maneuvers, and High Positive End-Expiratory Pressure for Acute Lung Injury and Acute Respiratory Distress Syndrome: A Randomized Controlled Trial. *JAMA*. 13 de febrero de 2008;299(6):637-45.
5. Ware LB, Matthay MA. The acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 4 de mayo de 2000;342(18):1334-49.
6. ARDS Definition Task Force, Ranieri VM, Rubenfeld GD, Thompson BT, Ferguson ND, Caldwell E, et al. Acute respiratory distress syndrome: the Berlin Definition. *JAMA*. 20 de junio de 2012;307(23):2526-33.
7. Marini JJ, Gattinoni L. Management of COVID-19 Respiratory Distress. *JAMA*. 9 de junio de 2020;323(22):2329-30.

8. Gattinoni L, Chiumello D, Caironi P, Busana M, Romitti F, Brazzi L, et al. COVID-19 pneumonia: different respiratory treatments for different phenotypes? *Intensive Care Med.* junio de 2020;46(6):1099-102.
9. Chiumello D, Cressoni M, Colombo A, Babini G, Brioni M, Crimella F, et al. The assessment of transpulmonary pressure in mechanically ventilated ARDS patients. *Intensive Care Med.* noviembre de 2014;40(11):1670-8.
10. Ortiz-Ruiz G, Dueñas-Castel C, Garay-Fernández M. Utilidad de la medición de presión esofágica en la ventilación mecánica: individualizando las variables fisiológicas. *Acta Colomb Cuid Intensivo.* 1 de julio de 2022;22(3):200-8.
11. Dreyfuss D, Saumon G. Ventilator-induced lung injury: lessons from experimental studies. *Am J Respir Crit Care Med.* enero de 1998;157(1):294-323.
12. The «baby lung» became an adult | SpringerLink [Internet]. [citado 26 de enero de 2023]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00134-015-4200-8>
13. Briel M, Meade M, Mercat A, Brower RG, Talmor D, Walter SD, et al. Higher vs Lower Positive End-Expiratory Pressure in Patients With Acute Lung Injury and Acute Respiratory Distress Syndrome: Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA.* 3 de marzo de 2010;303(9):865-73.
14. Talmor D, Sarge T, Malhotra A, O'Donnell CR, Ritz R, Lisbon A, et al. Mechanical Ventilation Guided by Esophageal Pressure in Acute Lung Injury. *N Engl J Med.* 13 de noviembre de 2008;359(20):2095-104.

15. Tremblay L, Valenza F, Ribeiro SP, Li J, Slutsky AS. Injurious ventilatory strategies increase cytokines and c-fos m-RNA expression in an isolated rat lung model. *J Clin Invest*. 1 de marzo de 1997;99(5):944-52.
16. Amato MBP, Barbas CSV, Medeiros DM, Magaldi RB, Schettino GP, Lorenzi-Filho G, et al. Effect of a Protective-Ventilation Strategy on Mortality in the Acute Respiratory Distress Syndrome. *N Engl J Med*. 5 de febrero de 1998;338(6):347-54.
17. Tumukunde J, Sendagire C, Ttendo SS. Development of Intensive Care in Low-Resource Regions. *Curr Anesthesiol Rep*. 1 de marzo de 2019;9(1):15-7.
18. Kompanje EJO, Jansen TC, van der Hoven B, Bakker J. The first demonstration of lactic acid in human blood in shock by Johann Joseph Scherer (1814–1869) in January 1843. *Intensive Care Med*. 1 de noviembre de 2007;33(11):1967-71.
19. Lactate Clearance vs Central Venous Oxygen Saturation as Goals of Early Sepsis Therapy: A Randomized Clinical Trial | Critical Care Medicine | JAMA | JAMA Network [Internet]. [citado 26 de enero de 2023]. Disponible en: <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/185405>
20. Akoumianaki E, Maggiore SM, Valenza F, Bellani G, Jubran A, Loring SH, et al. The application of esophageal pressure measurement in patients with respiratory failure. *Am J Respir Crit Care Med*. 1 de marzo de 2014;189(5):520-31.
21. Grasso S, Terragni P, Birocco A, Urbino R, Del Sorbo L, Filippini C, et al. ECMO criteria for influenza A (H1N1)-associated ARDS: role of transpulmonary pressure. *Intensive Care Med*. marzo de 2012;38(3):395-403.

22. The Esophageal Pressure-Guided Ventilation 2 (EPVent2) trial protocol: a multi-centre, randomised clinical trial of mechanical ventilation guided by transpulmonary pressure | BMJ Open [Internet]. [citado 26 de enero de 2023]. Disponible en:

<https://bmjopen.bmj.com/content/4/10/e006356>

23. Sarge T, Baedorf-Kassis E, Banner-Goodspeed V, Novack V, Loring SH, Gong MN, et al. Effect of Esophageal Pressure-guided Positive End-Expiratory Pressure on Survival from Acute Respiratory Distress Syndrome: A Risk-based and Mechanistic Re-analysis of the EPVent-2 Trial. *Am J Respir Crit Care Med*. 15 de noviembre de 2021;204(10):1153-63.