



Ecografía diafragmática una herramienta para predecir resultados en la extubación del paciente crítico.

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Medicina Crítica y Cuidado Intensivo

Autor:

Julie Pauline Lasso Perdomo, MD

Ciudad – Bogotá

Año 2021



Ecografía diafragmática una herramienta para predecir resultados en la extubación del paciente crítico.

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Medicina Crítica y Cuidado Intensivo

Autor

Julie Pauline Lasso Perdomo, MD

Tutor:

Carlos Santacruz Herrera.

UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR NUESTRA SEÑORA DEL ROSARIO  
HOSPITAL UNIVERSITARIO FUNDACIÓN SANTA FE DE BOGOTA  
PROGRAMA DE ESPECIALIZACIÓN EN MEDICINA CRITICA Y CUIDADO INTENSIVO  
Bogotá- Colombia

2021

## **Identificación del proyecto**

Institución académica: Universidad Colegio mayor nuestra señora del Rosario

Dependencia: Departamento de Medicina Critica y cuidado Intensivo.

Título de la investigación: Ecografía diafragmática una herramienta para predecir resultados en la extubación del paciente crítico.

Instituciones participantes: Hospital Universitario Fundación Santa Fe de Bogotá

Tipo de investigación: Estudio clínico prospectivo observacional.

Investigador principal: Julie Pauline Lasso Perdomo

Investigadores asociados:

Andrea Vargas Villanueva, Hospitalaria investigación Unidad de Cuidado Critico

Carlos A. Santacruz Herrera, Médico Internista, Intensivista, PhD

Asesor clínico o temático: Carlos A. Santacruz Herrera, Médico Internista, Intensivista, PhD

Asesor metodológico: Javier Mauricio Sánchez Rodríguez, Epidemiólogo

## Contenido

|   |    |
|---|----|
| <b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....  | 6  |
| <b>1.1 Planteamiento del problema y Justificación</b> .....   | 7  |
| <b>3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN</b> .....   | 14 |
| <b>4. OBJETIVOS</b> .....   | 15 |
| <b>4.1 Objetivo general:</b> .....  | 15 |
| <b>4.2 Objetivos específicos</b> .....  | 15 |
| <b>5. METODOLOGÍA</b> .....   | 16 |
| <b>5.1 Tipo y diseño de estudio</b> .....   | 16 |
| <b>5.2 Población y muestra</b> .....  | 16 |
| <b>5.3 Criterios de inclusión y exclusión</b> .....   | 16 |
| 5.3.1 <i>Criterios de inclusión:</i> .....  | 16 |
| 5.3.2 <i>Criterios de exclusión</i> .....   | 16 |
| <b>5.4 Tamaño de muestra</b> .....  | 17 |
| <b>5.5 Muestreo</b> .....   | 18 |
| <b>5.6 Hipótesis</b> .....  | 18 |
| <b>5.7 Definición y operacionalización de variables</b> .....   | 18 |
| 5.7.1 <i>Definiciones y operacionalización de variables</i> .....   | 18 |
| <b>5.8 Técnicas, procedimientos e instrumentos de la recolección de datos</b> .....                           | 23 |
| <b>5.9 Plan de procesamiento y análisis de datos</b> .....  | 24 |
| <b>5.10 Sesgos y límites de la investigación</b> .....  | 25 |
| <b>6. ASPECTOS ÉTICOS</b> .....   | 26 |
| <b>7. PRESUPUESTO</b> .....   | 27 |
| <b>8. CRONOGRAMA</b> .....  | 29 |
| <b>13. ANEXOS</b> .....   | 41 |
| <i>Anexo 1. Formato de recolección y guía de valoración ecográfica</i> .....                                  | 41 |
| <i>Anexo 2. Formato de base de datos en Excel</i> .....   | 43 |
| <i>Anexo 4. Tabla2. - Parámetros para la predicción de éxito del destete ventilatorio a las 72 horas</i> .... | 46 |
| <i>Anexo 5. Graficas</i> .....  | 47 |
| <i>Anexo 6. Publicación abstract en ESICM</i> .....   | 49 |

## **Resumen**

La falla en la extubación genera mayor morbimortalidad del paciente crítico. El ultrasonido diafragmático parece ser prometedor para predecir éxito en el proceso.

## **Materiales y métodos**

Estudio prospectivo en pacientes en plan de extubación; se efectuaron medidas ecográficas: excursión diafragmática (DE), tiempo inspiratorio (TPIAdia), velocidad (DE/TPIAdia) y fracción de engrosamiento ( $\Delta tdi\%$ ) en la prueba de respiración espontánea (SBT), se calculó el índice de respiración rápida superficial (RSBI). se comparó con falla o éxito; el fracaso fue determinado con clínica y/o inicio de soporte no invasivo a las 72 horas.

## **Resultados**

Se incluyeron 43 pacientes. La mediana de edad fue 72 años [58.0-77.5], APACHE II fue 18.0 [9.0-23.0] y el RSBI previo al SBT fue 37 [24.0-48.5]. Los pacientes que fracasaron en el SBT (30% del total) tenían capacidad vital media más baja (ml/kg) (12,4 [11,5-14,1] frente a 21,3 [15,6-23,6];  $p = 0,05$ ), menor DE (1,8 [1,6-2,1] frente a 1,50 [1,3-1,8];  $p = 0,03$ ), menor  $\Delta tdi\%$  (29,0% [21,0% -35,0%] frente a 39,0% [28,2% - 47,5%;  $p = 0,02$ ). El RSBI tuvo una buena capacidad discriminadora (AUC-ROC 0,76); el  $\Delta tdi\%$  tuvo el AUC-ROC más alto (0,71), seguido de DE (0,70) y DE/TPIAdia (0,54). La sumatoria de parámetros ecográficos con el RSBI mejoró significativamente la capacidad de diagnóstico; principalmente la combinación de ED/TPIAdia + DTF% + RSBI (AUC-ROC 0,872;  $p = 0,003$ ).

## **Conclusión**

La evaluación integral del diafragma por ultrasonografía junto con el RSBI permite discriminar los pacientes con alto riesgo de falla a la extubación.

## 1. INTRODUCCIÓN

La ventilación mecánica es una herramienta de soporte vital para los pacientes en la unidad de cuidado Intensivo (1,2). A pesar de sus beneficios trae consigo complicaciones asociadas como la injuria pulmonar asociada al ventilador(VILI)(3), descondicionamiento, disfunción diafragmática(4); entre otras(5,6) .

Es por esto que reconocer el momento apropiado para realizar el retiro de la ventilación mecánica de manera pertinente y segura es crítico; se ha descrito que entre el 20 al 40% de los pacientes tendrán dificultades al intentar el destete del soporte respiratorio(7,8); la interrupción prematura puede provocar falla y necesidad de reintubación hasta en un 20 a 25% de los pacientes(9), lo cual se asocia a un aumento en la morbilidad y mortalidad(10)

La valoración a la cabecera del paciente con el ultrasonido diafragmático ha surgido como una herramienta que cada vez toma más fuerza en la unidad de cuidado intensivo al ser un procedimiento no invasivo, de bajo costo, fácil acceso, reproducible que permite evaluar de manera cualitativa y cuantitativa la morfología por medio de la visualización directa del musculo del diafragma, la función, actividad y el seguimiento en el tiempo mediante diferentes parámetros como la excursión , velocidad de excursión, grosor y fracción de engrosamiento diafragmático. (9,11–14)|.

En la unidad de cuidado intensivo de la Fundación Santa Fe de Bogotá se implementó un protocolo de valoración de la ecografía diafragmática a la cabecera del paciente durante el proceso de retiro del soporte ventilatorio al final de la prueba de respiración espontanea asociado a la clínica y los paraclínicos ya establecidos para tomar la decisión de extubación.

Se describe con este estudio nuestra experiencia y los resultados clínicos obtenidos con el uso de la misma.

## ***1.1 Planteamiento del problema y Justificación***

La ventilación mecánica es una herramienta de soporte vital para los pacientes en la unidad de cuidado intensivo, la cual ayuda a mantener la homeostasis y el adecuado intercambio gaseoso mientras se resuelve la causa principal que los llevo a falla ventilatoria. La ventilación mecánica prolongada puede provocar complicaciones tales como lesión pulmonar, neumonía asociada al ventilador, desacondicionamiento físico, atrofia muscular, aumento de estancia hospitalaria, y necesidad de traqueostomía (15).

Por lo anterior, la necesidad de reconocer el momento óptimo para realizar el retiro de la ventilación mecánica de manera temprana y segura es crítico, ya que la interrupción prematura puede provocar estrés cardiovascular y respiratorio, hipoxemia/hipercapnia y reinstalación del soporte ventilatorio hasta en un 25% de los pacientes (9), lo que podría empeorar el pronóstico y el cuadro clínico, aumentando su morbilidad, estancia hospitalaria, riesgo de infecciones y necesidad de traqueostomía, entre otros(11).

En los pacientes con patologías críticas, el proceso de destete y liberación de la ventilación mecánica resulta en ocasiones un reto, dado la posibilidad de presentar debilidad y desacondicionamiento de los músculos de respiratorios, lo que dificulta el destete de la ventilación mecánica y aumenta el riesgo de extubación fallida(16). Una de las alternativas propuestas es el uso de la ultrasonografía diafragmática como predictor del éxito para el retiro de la ventilación mecánica, debido a su facilidad para realizarla a la cabecera del paciente por el médico de cuidados intensivos, su reproducibilidad, su bajo costo, y por ser no invasiva, permitiendo la visualización directa del músculo del diafragma y la evaluación de su actividad y función (9,12,14).

De esta manera, se desea realizar un estudio prospectivo en pacientes que se encuentren hospitalizados en cuidados intensivos las medidas diafragmáticas tales como excursión, velocidad de excursión engrosamiento del diafragma, fracción de engrosamiento diafragmático medidos por ultrasonido a la cabecera del paciente y su correlación con los desenlaces de éxito o falla en el retiro de la ventilación mecánica, días de ventilación mecánica, días de estancia en uci y hospitalización.

## 2. Marco Teórico

### Ventilación mecánica en pacientes críticos

En los pacientes críticamente enfermos es frecuente el uso de la ventilación mecánica invasiva para modular diferentes situaciones como la hipoxemia e hipercapnia y brindarle al paciente protección de la vía aérea mientras se soluciona la patología de base (17,18).

Es importante mencionar, que no sólo se debe tener en cuenta la monitorización de los parámetros ventilatorios para alcanzar las metas de una ventilación protectora, sino que también se debe de evaluar la mecánica respiratoria, integrando las propiedades pulmonares y de la pared torácica, especialmente en los pacientes en quienes alcanzar estas metas se torna laborioso, como lo son los pacientes con síndrome de dificultad respiratoria aguda y obesidad.

Una vez se ha resuelto el problema inicial, resulta difícil decidir cuándo iniciar el destete ventilatorio (weaning) y cuál prueba de extubación es más fidedigna para obtener una extubación exitosa (19). Se han descrito en algunos reportes de la literatura tasas de extubación fallidas hasta en un 40%, en donde son múltiples los factores que se asocian con este desenlace, como la incapacidad de toser y de mantener permeable la vía aérea, el acumulo de secreciones, el drive respiratorio parcial que no le permite realizar un esfuerzo respiratorio, entre otros (11)(12)(13).

Una de las pruebas utilizadas para predecir el éxito del weaning es la prueba de respiración espontánea (SBT), que es un test rutinario utilizado ampliamente en Unidades de Cuidado Intensivo(20). Otra prueba ventilatoria es el índice de respiración superficial o la prueba de Yang Tobin, que hace referencia a la relación entre la frecuencia respiratoria/volumen corriente y tiene una incidencia de predicción de éxito en la extubación del 85% (14). De igual forma se describe el NIF o la fuerza inspiratoria máxima, que indica un valor global de la fuerza de la musculatura respiratoria (12). También se describe la presión de oclusión o - P 0.1 - que trata de una medición indirecta del efecto que produce el impulso nervioso central sobre los músculos respiratorios y por ultimo está el test de fuga que valora el riesgo de edema laríngeo post extubación(15).

Para la realización de estas pruebas se requiere que el paciente cuente con índices de oxigenación adecuados, control y resolución de la patología que inicialmente llevó al paciente al requerimiento del soporte ventilatorio invasivo, estabilidad hemodinámica, esfera neurológica aceptable, control de secreciones, tos efectiva, liberación de broncoespasmo, entre otras variables (16). Estos test en general tienen una predicción de éxito cerca del 70% en la población general (16), el cual no es muy bueno y esto se ve reflejado en las altas tasas de reintubación. Sin embargo, en los últimos años se ha evaluado la actividad y reserva de función diafragmática mediante ultrasonografía con parámetros como excursión diafragmática y la fracción de acortamiento diafragmático, en el proceso de extubación en conjunto con las otras pruebas predictoras de éxito (24,25), la cuales podrían mejorar el porcentaje de predicción de éxito del retiro de la ventilación mecánica.

### **El diafragma como predictor de reintubación**

El diafragma es el principal músculo responsable de la ejecución del trabajo respiratorio en un 30 – 90%, principalmente en la fase inspiratoria(26). En patologías respiratorias, infecciosas o sistémicas, se ha visto su gran capacidad de respuesta ante la carga impuesta subyacente, lo cual hace que sea un componente importante en el éxito del destete del soporte ventilatorio, el desenlace y supervivencia de las patologías de ingreso (27). Recientemente se ha establecido en los pacientes críticamente enfermos que el trabajo respiratorio generado por el soporte ventilatorio conlleva a una debilidad importante de los músculos respiratorios y a desenlaces clínicos desfavorables como la disfunción y la atrofia diafragmática (22–24).

### **Fisiopatología de la disfunción contráctil del diafragma**

Se han descrito múltiples mecanismos fisiopatológicos implicados en la disfunción contráctil del diafragma. Uno de ellos es la disfunción metabólica muscular secundaria a una disminución de la actividad de enzimas mitocondriales y daño en el ADN mitocondrial por especies reactivas de oxígeno (EROs) producidas en estados de enfermedad crítica (18). Este estado pro oxidativo se asocia con la acumulación de lípidos en las fibras musculares y un desbalance entre la reducción de la actividad diafragmática y al exceso de sustrato metabólico sobrecargando la mitocondria y alterando la producción celular de ATP (19). Por otro lado, ocurre una alteración de la proteólisis

muscular, pues en los pacientes críticos se ha descrito una regulación al alza de las vías de la calpaína, caspasa-3, ubiquitina (18)(19), vías que se vinculan con la autofagia y con la escisión de las proteínas del citoesqueleto, que conllevarán en conjunto al desarrollo de la debilidad diafragmática. Finalmente, se han descrito múltiples factores de riesgo como la sepsis, la desnutrición, el uso de ciertos agentes farmacológicos y la existencia de síndromes neuromusculares antes del ingreso a la UCI, que también influyen en el desarrollo de disfunción del diafragma(28,29).

### **Medidas de actividad diafragmática**

Para evaluar la actividad contráctil y la función diafragmática existen diferentes métodos. El Gold Standard es la valoración la actividad eléctrica diafragmática (Eadi) mediante la estimulación magnética cervical del nervio frénico(30); sin embargo, tiene una gran limitante por ser una técnica invasiva y no disponible de manera rutinaria en la mayoría de las unidades(4). En cuanto a la medición de la presión esofágica (Pes))(31); es un buen estimador de la presión pleural; y si se cuenta con la medición de la presión gástrica, se puede calcular la presión trans diafragmática(Pdi), que no es más que la diferencia entre la presión pleural y la abdominal, la cual permite un cálculo específico de la fuerza diafragmática (25). Por último, se cuenta con la evaluación radiológica ya sea por medio de tomografía, resonancia magnética o fluoroscopia (32). Sin embargo, todos estos métodos son complejos, poco prácticos y no siempre están disponibles o no son rutinarios en las Ucis, por lo que es necesario la realización de métodos simples y precisos para la valoración diafragmática.

### **Excursión Diafragmática**

Su valor promedio corresponde a  $1.8 \pm 0.3$  cm para hombres y el valor para mujeres de  $1.6 \pm 0.3$  cm en una respiración normal (26)(27). Estudios han reportado que un desplazamiento  $< 1.5$  cm predice fracaso en la extubación (28-30). Esta técnica ha reportado la reproducibilidad del método intra-observador de 96% e inter-observador de 95% durante ventilación espontánea para la hemidiafragma derecha (4).

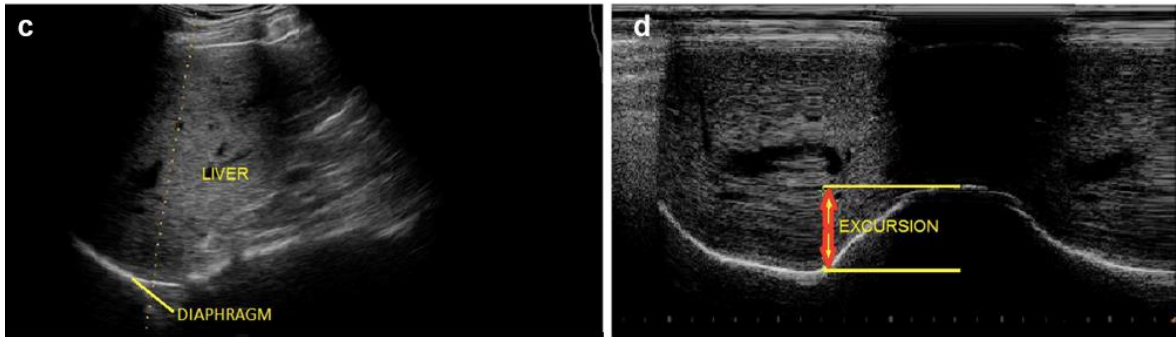


Figura 1. Método para la medición de excursión diafragmática.

### Grosor Diafragmático

El grosor diafragmático varía según la fase del ciclo respiratorio; haciéndose menor en espiración y mayor en inspiración (31)(24).

En la fase inspiratoria se refleja el acortamiento del diafragma, y se considera como análoga a la fracción de eyección del corazón (9). En personas sanas, los valores normales del espesor diafragmático oscilan entre 1.8-3 mm o  $1.7 \pm 0,2$  mm mientras se relaja (12), pero puede aumentar a  $4,5 \pm 0,9$  mm cuando se mantiene la respiración a la capacidad pulmonar total(33). En pacientes ventilados es de  $2,4 \pm 0,8$  mm, un valor menor a 2 mm puede indicar disfunción (34) o atrofia(13) diafragmática. Diversos estudios han evaluado la función diafragmática por medio de la medición del grosor en diferentes momentos del uso de la ventilación mecánica. (7,28).

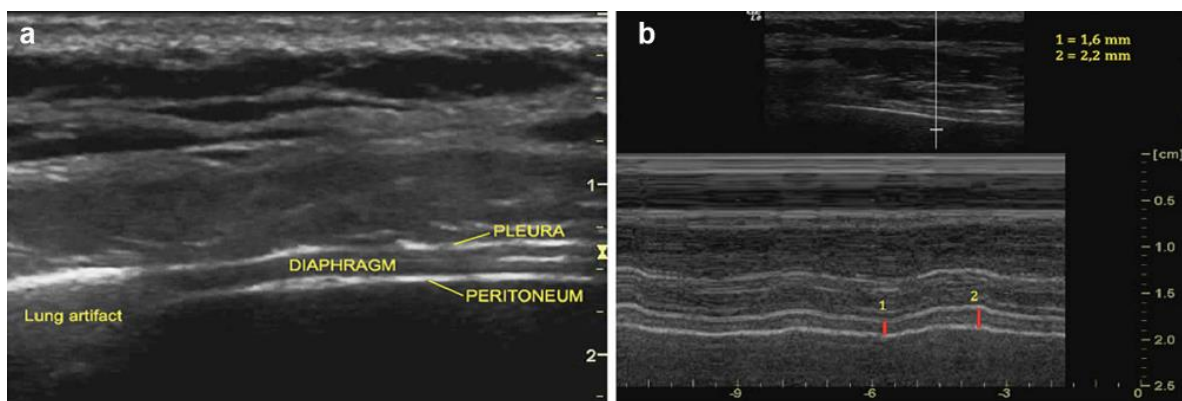


Figura 2. Método para la medición del engrosamiento del diafragmática.

### **Fracción de engrosamiento diafragmático**

La fracción de engrosamiento diafragmático se ha propuesto como un índice de eficiencia diafragmática, de igual forma está relacionado como predictor de éxito en el weaning de la ventilación mecánica con valores que oscilan entre el 30 y el 36% durante los ensayos de respiración espontánea(35). Otros estudios (36) describen un  $\Delta tdi\%$  de  $\geq 30\%$  con mejores tasas de éxito dado por una sensibilidad de 88%, especificidad de 71%, un valor predictivo positivo de 91% y un valor predictivo negativo de un  $\Delta tdi < 30\%$  para el fracaso de la extubación en un 63% (9). En general se toma un valor como referencia a mayor de 30% para predecir éxito (34); valores menores a 20% pueden ser considerados como predictor de fracaso para la extubación y/o significar disfunción diafragmática (9,37). Para obtener su valor, se debe realizar las mediciones del grosor diafragmático obteniendo primera medida al final de la inspiración (TEI) y posteriormente la segunda medida como al final de la espiración (TEE); esto se divide por TEE. Fórmula para el cálculo del grosor diafragmático(9,38)

$$FEDI = \left[ \frac{\text{Grosor al final de la insp} - \text{grosor al final de esp}}{\text{grosor al final de la esp}} \right] \times 100$$

## 2.1 Estado del Arte

Recientemente se ha planteado a la ecografía diafragmática como un método adicional por ser un método fácil de realizar, no invasivo, seguro, costo-efectivo, reproducible (24)(29)(32)(39) La US de diafragma permite evaluar tanto la parte anatómica como la funcionalidad del diafragma, determinando la contractilidad diafragmática por medio de la medición de su excursión y la magnitud del esfuerzo diafragmático y de su función reflejado en el engrosamiento del diafragma durante la respiración activa(9,12,14,38). Una revisión sistemática del papel de la ecografía diafragmática en los pacientes críticamente enfermos demostró su utilidad en 4 entornos importantes; el primero es en el diagnóstico oportuno de disfunción o parálisis encontrándola hasta en un 29% de los pacientes con ventilación mecánica sin historia previa, predicción del destete ventilatorio, monitorización de la carga de trabajo respiratorio de manera no invasiva y evaluación de atrofia muscular (35). Así mismo, un metaanálisis reciente mostró que tanto la excursión diafragmática como la fracción de engrosamiento diafragmático juntas, realizadas por el médico intensivista, tienen un buen rendimiento diagnóstico para predecir el éxito del retiro de ventilación mecánica con una sensibilidad combinada de 0,85 (IC del 95%: 0,77 a 0,91) y una especificidad combinada de 0,74 (IC del 95%: 0,66 a 0,80) (2)(31)(40).

### **3. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Las medidas de excursión, velocidad de excursión, engrosamiento del diafragma y fracción de engrosamiento diafragmático medidos por ultrasonido se correlaciona con el éxito de la extubación en pacientes críticos que se encuentren en la Unidad de Cuidado Intensivo?

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo general:**

Describir la correlación entre las medias de ultrasonido diafragmático de pacientes críticamente enfermos que estén en prueba de respiración espontánea con el éxito del retiro de la ventilación mecánica.

### **4.2 Objetivos específicos**

1. Describir la relación entre las medidas de valoración diafragmática y la incidencia de días totales de ventilación mecánica.
2. Observar la relación entre las medidas de valoración diafragmática y los días de ventilación mecánica, estancia en la UCI y estancia en hospitalización.
3. Evaluar las características operativas del ultrasonido diafragmático como predictor de falla en la extubación, y compararlas con las características operativas del índice de TOBIN (

## **5. METODOLOGÍA**

### **5.1 Tipo y diseño de estudio**

Estudio observacional de tipo prospectivo de pruebas diagnósticas.

Los participantes serán pacientes mayores de 18 años que ingresen a la Unidad de Cuidado Intensivo (UCI) de la Fundación Santa Fe de Bogotá (FSFB) y tengan requerimiento de ventilación mecánica invasiva

### **5.2 Población y muestra**

Todo paciente que ingresó a UCI en la FSFB con ventilación mecánica invasiva y que se programó para extubación

### **5.3 Criterios de inclusión y exclusión**

#### *5.3.1 Criterios de inclusión:*

- ✓ Edad de 18 años o mayor
- ✓ En plan de retiro de la ventilación mecánica (inicio de prueba de respiración espontanea)

#### *5.3.2 Criterios de exclusión:*

- ✓ Enfermedad neuromuscular conocida
- ✓ Embarazo
- ✓ Presencia de traqueostomía
- ✓ Presencia de fracturas costales o evidencia de tórax inestable
- ✓ Lesión de la columna cervical

- ✓ Antecedente o nuevo diagnóstico de parálisis o movimiento paradójico de hemidiafragma por ultrasonografía diafragmática
- ✓ Malformación anatómica del diafragma
- ✓ Obesidad mórbida (IMC > 35)
- ✓ Mala ventana acústica que impida la identificación de las estructuras anatómicas

## 5.4 Tamaño de muestra

Con base a las poblaciones reportadas en estudios similares de pacientes críticos se identificó el porcentaje promedio de los pacientes que cumplían con dicha condición. Tomando en cuenta la fórmula presentada por Daniel W, et. al (35), para un margen de error del 5%, un nivel de confianza de 95%, se consideró como referente una población mínima estimada de 30 pacientes según los reportes en la literatura y una proporción estimada de 23% con fallo en el destete ventilatorio (36), se utilizó la herramienta Open EPI para realizar el cálculo y se definió que se requeriría un mínimo de 28 pacientes como tamaño de la muestra para poder evaluar nuestro desenlace de interés

| <b>Tamaño de la muestra para la frecuencia en una población</b>                           |                      |
|---|----------------------|
| Tamaño de la población (para el factor de corrección de la población finita o fcp)(N):    | 30                   |
| frecuencia % hipotética del factor del resultado en la población (p):                     | 23% +/- 5            |
| Límites de confianza como % de 100(absoluto +/- %)(d):                                    | 5%                   |
| Efecto de diseño (para encuestas en grupo-EDFF):  | 1                    |
| <b>Tamaño muestral (n) para Varios Niveles de Confianza</b>                               |                      |
| Intervalo Confianza (%)   | Tamaño de la muestra |
| 95%   | 28                   |
| 80%   | 25                   |
| 90%   | 27                   |
| 97%   | 28                   |
| 99%   | 29                   |
| 99.9%   | 29                   |
| 99.99%  | 30                   |
| Ecuación  |                      |
| Tamaño de la muestra $n = [EDFF * Np(1-p)] / [(d^2 / Z^2_{1-\alpha/2} * (N-1) + p*(1-p)]$ |                      |

## 5.5 Muestreo

Tipo de muestreo: por conveniencia.

Se incluyen en la muestra los pacientes que ingresaron a cuidado intensivo con ventilación mecánica, que se programaron para extubación y reportaron al grupo de trabajo.

## 5.6 Hipótesis

Las alteraciones en las mediciones de ecografía diafragmática pueden predecir la falla o el éxito en la extubación.

## 5.7 Definición y operacionalización de variables

### 5.7.1 Definiciones y operacionalización de variables

*Tabla 1. Operacionalización de variables*

| <b>Variable</b> | <b>Definición Operativa</b>                               | <b>Naturaleza</b> | <b>Tipo</b> | <b>Valores</b>              |
|-----------------|---|-------------------|-------------|-----------------------------|
| Edad (años)     | Años cumplidos desde el nacimiento a la fecha del estudio | Cuantitativa      | Discreta    | > 18 años                   |
| Sexo            | Masculino/Femenino  | Cualitativa       | Nominal     | 1. Masculino<br>0. Femenino |
| Talla           | estatura en metros <sup>2</sup>                           | Cuantitativa      | Continua    | Centímetros.                |

|                                  |  |              |          |  |
|----------------------------------|--|--------------|----------|--|
| Peso actual                      | Medida antropométrica indicador de la masa y volumen corporal de una persona kilogramos (kg) | Cuantitativa | Continua | Kilogramo  |
| IMC (Índice de masa Corporal)    | $IMC = \text{Peso} / \text{estatura en metros}^2$  | Cuantitativa | Continua | Entre 0 y más de 40  |
| Patología de Ingreso UCI         | Motivo por el cual el paciente ingresa a la UCI  | Cualitativa  | Nominal  | Diagnósticos según ICD-10  |
| Tipo de Diagnóstico              | Diagnóstico específico por el cual el paciente ingresa a la UCI                              | Cualitativa  | Nominal  | 1. Quirúrgico<br>0. Médico   |
| APACHE II (de Ingreso)           | Sistema de clasificación de severidad de enfermedad crítica tomado al ingreso de la UCI      | Cuantitativa | Discreta | Entre 0 y 45   |
| Glasgow Coma Score               | Clasificación de conciencia a su ingreso   | Cuantitativa | Discreta | Entre 0 y 15   |
| Causa de intubación              | Causa de compromiso pulmonar que haya requerido intubación                                   | Cualitativa  | Nominal  | Tipo I a Tipo IV   |
| Tensión arterial sistólica (TAS) | Cifra de tensión arterial sistólica en el momento de la evaluación                           | Cuantitativo | Discreta | Cifra numérica de tensión arterial sistólica – milímetros de mercurio. |
| Tensión arterial                 | Cifra de tensión arterial Diastólica en el momento de la evaluación                          | Cuantitativo | Discreta | Cifra numérica de tensión arterial                                     |

|  |  |              |          |  |
|--|--|--------------|----------|--|
| sistólica (TAD)                        |  |              |          | Diastólica – milímetros de mercurio.                               |
| Frecuencia cardíaca                    | Cifra de latidos por minuto registrada en evaluación   | Cuantitativo | Discreta | Latidos por minuto.  |
| Modo de Ventilación mecánica - Weaning | Modo ventilatorio en el que se encuentra el paciente al realizar el examen; usualmente presión soporte | Cualitativo  | Nominal  | Ventilación con presión soporte.<br>1 SI<br>0 NO                   |
| Peep.                                  | Presión positiva al final de la espiración aplicada por el ventilador                                  | Cuantitativo | Discreto | mmHg   |
| Presión soporte                        | Presión soporte aplicada por el ventilador   | Cuantitativo | Discreto | mmHg   |
| RSBI o índice de Tobin                 | Cociente entre la frecuencia respiratoria en un minuto y el volumen corriente en litros=<br>$FR/VT$    | Cuantitativa | Discreta | Valor de la prueba   |
| RSBI o índice de Tobin                 | Cociente entre la frecuencia respiratoria en un minuto y el volumen corriente en litros=<br>$FR/VT$    | Cualitativa  | Nominal  | 1 <105<br>éxito en extubación<br>0. > 105<br>fracaso en extubación |

|   |  |              |          |   |
|---|--|--------------|----------|---|
| Fuerza inspiratoria negativa (NIF)                          | Cálculo del valor de Fuerza Inspiratoria Negativa. Proporciona un valor global de la fuerza de la musculatura respiratoria y la capacidad para toser y expectorar.           | Cuantitativa | Discreta | * Valor $< -30$ cmH <sub>2</sub> O (más negativos). Se relacionan con éxito. Valor más positivo $> -20$ cm se relacionan con fallo.                       |
| Medición del impulso respiratorio o presión de oclusión P01 | Oclusión de la vía aérea por los primeros 100 milisegundos (0,1 segundos), refleja el impulso respiratorio, la fortaleza de la musculatura respiratoria.                     | Cuantitativa | Discreta | Normal: 0 y -2 cmH <sub>2</sub> O.  |
| Test de fuga  | Evaluación de la permeabilidad de la vía aérea en relación a la presencia de edema de la laringe, haciendo referencia al paso del aire cuando se desinfla el neumotaponador. | Cualitativa  | Ordinal  | <b>Negativo:</b> Fuga $> 15\%$ , O mayor a 110 ml con existencia de sonido.<br><br><b>Positivo</b> Fuga $< 10\%$ o menor a 110 ml con ausencia de sonido. |
| Excursión diafragmática en 3 medidas                        | Movimiento diafragmático que se presentara como una onda sinusoidal hiperecólica que asciende en inspiración y desciende en espiración en respiración basal.                 | Cuantitativo | Continua | ED1<br>ED2<br>ED3<br><br>En centímetros   |

|   |  |              |          |  |
|---|--|--------------|----------|--|
|   | 3 excursiones (ED1, ED2, ED3) en una misma valoración de varios ciclos respiratorios.                                      |              |          |  |
| Excursión diafragmática total (EDT)       | Se encuentra la Media de las excursiones diafragmáticas realizadas en una misma valoración de varios ciclos respiratorios. | Cuantitativo | Continua | EDT<br>centímetros   |
| Grosor diafragmático en inspiración       | Medida del espesor diafragmático en inspiración.<br><br>Se tomarán 3 medidas en el mismo ciclo respiratorio.               | Cuantitativo | Continua | DTFinsp1<br><br>DTFinsp2<br><br>DTFinsp3<br><br>Milímetros |
| Grosor diafragmático en inspiración Total | Se toma los valores del grosor diafragmático en inspiración y se encuentra el valor promedio o la media = DTFInsp          | Cuantitativo | Continua | DTFInsp<br><br>Milímetros                                  |
| Grosor diafragmático en espiración        | Medidas del espesor diafragmático en espiración.<br><br>Se tomarán 3 medidas en el mismo ciclo respiratorio.               | Cuantitativo | Continua | DTFesp1<br><br>DTFesp2<br><br>DTFesp3<br><br>Milímetros    |
| Grosor diafragmático en inspiración Total | Se toma los valores del grosor diafragmático en espiración y se encuentra el valor promedio o la media.                    | Cuantitativo | Continua | DTFesp<br><br>Milímetros                                   |

|  |  |              |          |                  |
|--|--|--------------|----------|------------------|
| Fracción de engrosamiento diafragmático (FEDI) | Porcentaje que se obtiene al realizar una relación entre:<br><br>el grosor al final de la inspiración Total (TEI) y el grosor al final de la espiración total (TEE) dividido por TEE y multiplicado por 100% | Cuantitativo | Discreta | 20 – 40%         |
| Días de estancia en UCI                        | Días de estancia desde el ingreso hasta el momento de orden de salida  | Cuantitativa | Discreto | Días             |
| Días libres del ventilador.                    | Días sin requerimiento de ventilación mecánica invasiva.   | Cuantitativa | Discreto | días             |
| Falla en extubación                            | Requerimiento nuevamente de soporte ventilatorio – re intubación dentro de las primeras 48 horas post extubación   | Cualitativa  | Nominal  | SI 1<br><br>NO 0 |
| Mortalidad en UCI                              | Mortalidad medida durante la estancia en UCI   | Cualitativa  | Nominal  | Si 1<br><br>No 0 |

### 5.8 Técnicas, procedimientos e instrumentos de la recolección de datos

Habitualmente en el manejo de los pacientes de la UCI-FSFB se realizan mediciones ultrasonográficas las cuales permiten ajustar el manejo ventilatorio de los pacientes críticamente enfermos. Las mediciones de ecografía diafragmática serán realizadas y validadas por el intensivista certificado o residente de medicina crítica que tenga la habilidad para realizarla y se encuentre en el servicio bajo el protocolo presentado en el Anexo N°1. Todas las imágenes serán validadas para efectos de calidad por el investigador principal y el intensivista quien tiene

certificación de entrenamiento avanzado en ecocardiografía y ultrasonido. Una vez las imágenes presenten el visto bueno, el paciente se considerará apto para ingresar al estudio.

Se diligenciará un formato de recolección impreso previamente que estará a disposición en la Unidad (Ver Anexo N° 1). En este formato se recolectarán las variables ultrasonográficas.

Los datos demográficos y demás variables serán tomadas a partir de la historia clínica del paciente. De igual forma se recolectarán las imágenes y mediciones de cada paciente. Los formatos serán recolectados día a día por cualquiera de los investigadores secundarios y diligenciarán los datos en la base de datos de Excel (Anexo N°2) que se encuentra bajo clave y que solo pueden acceder los pertenecientes a este trabajo.

Cada vez que un paciente sea incluido, los investigadores se pondrán en contacto con el investigador principal para garantizar la recopilación y notificación de los datos.

Los datos individuales facilitados por la UCI del participante son primeramente propiedad de la UCI que los ha generado. El Investigador principal del estudio tiene la responsabilidad de realizar visitas periódicas y controles aleatorios para supervisar el avance del estudio clínico.

## **5.9 Plan de procesamiento y análisis de datos**

Las variables cualitativas se expresarán como proporciones o porcentajes y las cuantitativas como promedios (DS) o medianas (Q1-Q3) dependiendo de si siguen o no una distribución normal. Para valorar el ajuste de las variables cuantitativas a una distribución normal se empleará la prueba no paramétrica de Kolmogorov-Smirnov. Las variables categóricas serán descritas en términos de porcentajes. Para comparar los desenlaces entre los grupos, se utilizarán test paramétricos y no paramétricos según el caso. Para la descripción de las características operativas de la ecografía diafragmática y del test de TOBIN se evaluarán la sensibilidad, la especificidad, los valores predictivos positivos, los valores predictivos negativos, el cociente de probabilidad positivo y negativo. Se determinará la correlación entre la amplitud de excursión y el engrosamiento del diafragma con el éxito en el retiro de la ventilación mecánica utilizando el test de Pearson. El nivel de significancia alfa (riesgo de error tipo I) será 5%.

Todos los análisis se harán en con el software SPSS v.22 o R (última versión). Para disminuir el riesgo de sesgos por confusión en este estudio observacional, los análisis se realizarán de manera exploratoria estratificando los resultados ajustando los subgrupos por grado de severidad de la enfermedad (APACHE y SOFA score), tipo de diagnóstico (pacientes médicos vs quirúrgicos) y extubación exitosa vs fallida.

### **5.10 Sesgos y límites de la investigación**

Sesgo de muestreo: para la recolección de la muestra se tomará sistemáticamente la información de todas las variables para cada uno de los sujetos en estudio en estricto orden de aparición en la base de datos.

Sesgo de información: todos los datos de las variables serán recolectadas por residentes de medicina crítica y cuidado intensivo con entrenamiento en la recolección, así como en los objetivos del estudio, sin embargo, debe tenerse en cuenta que las fuentes son secundarias. No olvidar que por ser una prueba operador dependiente, se reevaluará cada imagen obtenida por parte del investigador principal, antes de incluir los resultados de la ultrasonografía dentro de la base de datos.

Sesgo de medición: las variables nominales serán categorizadas previamente al inicio de la recolección, con una definición previa conocida, de la cual se hará seguimiento durante la recolección.

Sesgo de análisis: previo al procesamiento de la información, se verificará dos veces la no existencia de datos duplicados, así como la correcta codificación de las variables con base en una plantilla inicial corroborada con la historia clínica de cada sujeto de estudio.

Sesgo de interpretación: se diseñará con anterioridad un plan de análisis estadístico, en el que se establecerán los procedimientos a seguir de acuerdo con el objetivo general y específicos.

## 6. ASPECTOS ÉTICOS

Cumpliendo con las recomendaciones internacionales dadas en el Código de Núremberg, el informe Belmont y por la Declaración de Helsinki (Brasil, octubre de 2013) se tiene claro que la investigación médica con seres humanos debe ser llevada a cabo sólo por personas con educación, formación y calificaciones científicas y éticas apropiadas. De igual manera se preservarán con exactitud los datos de los resultados obtenidos, en concordancia con los principios reconocidos científicamente. Los investigadores del estudio deben garantizar la protección de los datos recolectados. Se seguirán los artículos 9 y 24 de la declaración de Helsinki que determina: “En la investigación médica, es deber del médico proteger la vida, la salud, la dignidad, la integridad, el derecho a la autodeterminación, la intimidad y la confidencialidad de la información personal de las personas que participan en investigación. Deben tomarse toda clase de precauciones para resguardar la intimidad de la persona que participa en la investigación y la confidencialidad de su información personal”. Esto se garantizará omitiendo información que pudiese revelar la identidad de la persona y limitando el acceso a los datos.

Así mismo, se seguirán las recomendaciones nacionales establecidas en la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de salud de Colombia. Esta es una investigación considerada sin riesgo de acuerdo con el artículo 11 “son estudios que emplean el registro de datos a través de procedimientos comunes consistentes en: exámenes físicos o psicológicos de diagnóstico o tratamientos rutinarios, entre los que se consideran: extracción de sangre por punción venosa en adultos en buen estado de salud, con volumen máximo de 450 ml en dos meses”.

Adicionalmente para dar inicio a la investigación se solicitará aprobación escrita por el Comité Corporativo de Ética en investigación con seres humanos de la Fundación Santa Fe de Bogotá y de cada uno de los comités de ética de los centros recolectores. Todos los resultados sean favorables o desfavorables serán publicados de acuerdo con la declaración de Helsinki. No se usará datos de identificación de pacientes en el instrumento de recolección de información.

## 7. PRESUPUESTO

| Rubros                                      | Fuentes            |               |               | TOTAL                |
|---|--------------------|---------------|---------------|----------------------|
|   | Fundación Santa Fe | Propios       | Otras fuentes |                      |
| Personal                                    | \$ 0               | \$12.122.800  | \$0           | \$12.122.800         |
| Equipos                                     | \$ 0               | \$ 3.000.000  | \$0           | \$ 3.000.000         |
| Materiales, papelería                       | \$ 0               | 0             | \$500.000     | \$ 500.000           |
| Asesoría metodológica                       | \$ 500.000         | 0             | \$500.000     | \$ 1.000.000         |
| Asesoría análisis estadístico y publicación | \$ 1.500.000       | 0             | 0             | \$ 1.500.000         |
| <b>Total</b>                                | \$ 2.500.000       | \$ 15.122.800 | \$ 1.000.000  | <b>\$ 18.122.800</b> |

### Recurso humano

| Investigador               | Formación académica  | Función dentro del proyecto   | Dedicación hr/semana | Recursos propios   | Otras fuentes |
|----------------------------|--|-------------------------------|----------------------|--------------------|---------------|
| <i>Dr. Santacruz H</i>     | <i>Médico especialista en medicina Interna y cuidado intensivo</i> | <i>Investigador principal</i> | 5                    | \$2.587.200        | \$ 0          |
| <i>Julie Pauline Lasso</i> | <i>Médico general</i>  | <i>Coinvestigador</i>         | 2                    | \$1.774.080        | \$ 0          |
| <i>Andrea Vargas</i>       | <i>Médico interno</i>  | <i>Coinvestigador</i>         | 2                    | \$1.774.080        | \$ 0          |
| <b>TOTAL</b>               |  |                               |                      | <b>\$6.135.360</b> | <b>\$ 0</b>   |

Equipos

| <b>EQUIPO</b> | <b>JUSTIFICACIÓN</b>   | <b>CONTRAPARTIDA<br/>RECURSOS PROPIOS</b> |
|---------------|------------------------|---|
| Ultrasonido   | Medición diafragmática | \$ 3.000.000                              |
| <b>TOTAL</b>  |                        | <b>\$ 3.000.000</b>                       |

Materiales

| <b>MATERIAL</b>   | <b>JUSTIFICACIÓN</b>                                 | <b>CONTRAPARTIDA<br/>RECURSOS PROPIOS</b> |
|-------------------|--|---|
| Papelería impresa | Impresión de copias del protocolo y demás documentos | \$ 500.000                                |
| <b>TOTAL</b>      |  | <b>\$ 500.000</b>                         |

## 8. CRONOGRAMA

| Actividad / Mes   | Mes 1 | Mes 2 | Mes 3 | Mes 4 | Mes 5 | Mes 6 | Mes 7 | Mes 8 | Mes 9 | Mes 10 | Mes 11 | Mes 12 | Mes 13 | Mes 14 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Redacción de protocolo  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |
| Revisión y aprobación por la Subdirección de Estudios Clínicos y aprobación por Comité de Ética |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |
| Recolección de datos  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |
| Análisis de datos y redacción de artículo   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |
| Publicación y presentación  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |        |        |        |

## 9. RESULTADOS

La mediana de la edad de todos los pacientes incluidos fue de 72 años [58.0-77.5], la puntuación APACHE II fue 18.0 [9.0-23.0] y el RSBI antes del SBT fue 37 [24.0-50.0].

Todas las pruebas de respiración espontánea (SBT) se realizaron en el modo ventilatorio CPAP + PSV con parámetros bajos establecidos en la literatura dado por presión soporte menor a 8, PEEP óptimo,  $\text{FiO}_2$  menor a 40% con duración aproximada entre 30 a 60 minutos.

No hubo diferencias importantes en cuanto a las características basales de los pacientes incluidos en cuanto a edad, sexo, tipo de diagnóstico, causa de insuficiencia respiratoria o niveles de lactato,

De los 43 pacientes valorados, 13 (30.2%) presentaron falla en la extubación a las 72 horas, 3 (23%) tenían fines de limitación de esfuerzo terapéutico; los 13 requirieron terapia puente o soporte ventilatorio; 10/13 con ciclos no invasivos y/o cánula nasal de alto flujo como terapia intercalada, 3 como terapia sola; de ellos solo 1 se reintubo. (2.3%)

Los pacientes que fracasaron en el SBT tuvieron una puntuación APACHE más alta (mediana, IQR: 20 (15-25) vs. 15,5 (8,25-22);  $p = 0,05$ ), un Índice de respiración rápida y superficial (RSBI) mayor (mediana, IQR: 45 (37-66,7) vs 30 (20-45);  $p = 0,01$ ), y una menor capacidad vital pulmonar (ml/kg) (mediana, IQR: 12,7 (11,1-14,9) vs. 21,7 (15,7-24,1);  $p = 0,03$ ). La tabla 1 resume las características basales de todos los pacientes incluidos.

En cuanto a los parámetros relacionados con la ecografía diafragmática para la predicción de un destete exitoso a las 72 horas se presentan en la Tabla 2.

Los pacientes con éxito en la extubación presentaron una mayor excursión diafragmática (DE, cm) en promedio 1.8 cm (IQR: (1.6 -2.1) vs 1.5 cm (1.3 - 1.8);  $p = 0.03$ ); mayor fracción de engrosamiento diafragmático (DTF%) en promedio 39% (IQR: (29.5 – 52.2) vs 29% (19-38);  $p = 0.02$ ); en cuanto a la velocidad de acortamiento diafragmático no hubo diferencia significativa 1.4 vs 1.5 ( $p = 0.5$ )

Al evaluar la validez de la ecografía diafragmática (USD) como prueba diagnóstica la sensibilidad fue baja y la especificidad fue alta para la detección del éxito del destete a las 72 horas en la mayoría de los parámetros explorados.

Individualmente, la excursión diafragmática (DE, cm) y la fracción de engrosamiento diafragmático (DTF%) tuvieron una alta especificidad y una capacidad discriminatoria aceptable para detectar un destete exitoso a las 72 horas posteriores a la extubación.

Al combinar los diferentes parámetros de la ecografía diafragmática junto con el RSBI mejoró significativamente la capacidad de diagnóstico; específicamente, la combinación de ED / TPIAdia (cm / seg) + DTF% + RSBI produjo la mayor capacidad discriminatoria (AUC-ROC 0,82; p = 0,003) entre todos los parámetros ecografía diafragmática comparado

Finalmente, al correlacionar las medidas de ecografía diafragmática con otras variables tales como los días de ventilación mecánica, estancia en uci y en hospitalización, se encontró que la excursión diafragmática presentó un coeficiente de Spearman de -0,11, lo cual significa una correlación inversamente proporcional respecto a los días de ventilación mecánica, de uci y hospitalización. De igual forma, al evaluar la DTF% Presenta un coeficiente de Spearman de -0,095 para días de ventilación mecánica, -0,09 para estancia en uci y -0,08 para estancia en hospitalización.

## 10. DISCUSION

La ecografía diafragmática cada vez toma mayor importancia en la valoración del paciente crítico.(12,41,42). Uno de los principales problemas que existe en estos pacientes es el destete ventilatorio, la ecografía diafragmática permite realizar mediciones como la excursión diafragmática, la fracción de engrosamiento diafragmático y recientemente descrita la velocidad de contracción que brindan una aproximación a la funcionalidad diafragmática y con ello una valoración integral a la cabecera del paciente.(43)

En nuestro estudio se encontraron 13 casos de falla en la extubación (30.2%) a las 72 horas, que requirieron soporte con ventilación mecánica no invasiva y/o cánula nasal de alto flujo, solo 1 se reintubo (2.3%). La tasa de falla descrita en la literatura están entre 10 a 20 % (10)(18)(44); nuestros resultados fueron mayores probablemente por las conductas institucionales realizadas como el brindar ventilación mecánica no invasiva como puente post extubación en enfermedades pulmonares como es el caso del EPOC o el uso de cánula nasal de alto flujo en pacientes con techo terapéutico para confort lo cual influyo en los resultados.

En cuanto a nuestros resultados se obtuvieron medidas ecográficas similares a los puntos de corte descritos en la literatura. Respecto a la ED se presentó falla en extubación con valores menores a 1.5 y éxito con una mediana de 1.8 (IQR: 1.6 -2.1), con un AUC 0.73 con  $p=0.05$ . Para la %TFD la mediana al tener éxito en extubación fue de 39% (29.5-52.2) con un AUC 0.72,  $p=0.01$ . valor que está dentro de los rangos esperados; en este sentido existen diferentes estudios que apoyan el uso de la valoración del diafragma para el destete ventilatorio; dentro de estos se tienen tres metaanálisis que han reunido la evidencia actual. El primero incluyó 13 estudios observacionales con 742 pacientes; el cual reportó un buen rendimiento para DE como para %TFD, con una sensibilidad agrupada para la excursión del diafragma (DE) y la %TFD del diafragma de 0,786 y 0,893, y las especificidades combinadas fueron 0,711 y 0,796, respectivamente; para un área bajo la curva (AUC) en la ED y % DTF de 0,8590 y 0,8381.(45). El segundo incluyó 19 estudios observacionales con un total de 1068 pacientes, en donde los valores de ED estuvieron entre 10 y 27 mm y los valores de %TFD entre 20 y 36%; el análisis de la curva ROC para % DTF arrojó un AUC 0,87, sin embargo, para la ED la falta de datos y alta heterogeneidad solo permitió estimar una especificidad acumulada del 75% y una sensibilidad

del 80%(14); y el tercero incluyo el análisis de 20 estudios que incluían a 875 pacientes; el cual brindo límites óptimos para la DE que oscilaron entre 10 y 14 mm para la excursión y entre el 30 y el 36% para la fracción de engrosamiento(33).

En cuanto a la velocidad de contracción (DE/TPIA, cm/seg) nuestros resultados no mostraron diferencia significativa respecto a los que presentaron falla o éxito en la extubación de 1.5 cm/seg (1.2-1.8)  $p = 0.5$ ; este parámetro esta recientemente estudiado por Varón et al(43), quienes realizaron mediciones en 84 pacientes encontrando la velocidad de contracción como una variable independiente para estimar el éxito de la extubación con un AUC-ROC 0.70 ( $p = 0.008$ ).

Al evaluar el Gold Standard para la extubación que es el IRSB se encontró que los pacientes que presentaron fallo en extubación tuvieron una mediana de 45 (37-66.7) vs 30 (20-45) lo cual fue significativo con AUC: 0,77 y  $p = 0.001$ . En ese sentido, Mohamad et al realizaron mediciones IRSB en diferentes niveles de presión soporte antes de la extubación, ellos concluyeron que la presión soporte durante la prueba de respiración espontánea puede alterar el resultado del IRSB y que el umbral propuesto por Yang y Tobín (46)sólo debe usarse cuando el paciente está sin soporte ventilatorio realizando la prueba a través de un tubo en T; esto podría explicar por qué los valores son menores en comparación al reporte original y los resultados obtenidos en nuestro estudio. (47)

De otra parte, en cuanto a los objetivos secundarios se confirmó la correlación que existe entre las medidas de ecografía diafragmática con lo días de ventilación mecánica, estancia en uci y en hospitalización, encontrando que una menor excursión diafragmática y fracción de engrosamiento diafragmático presentan una relación inversamente proporcional con estas variables lo cual puede ser explicado dado que el diafragma ya presenta signos de disfunción diafragmática, patología asociada a la ventilación mecánica invasiva, la cual ha demostrado su inicio incluso a las horas post intubación provocando mayor tiempo de ventilación, (4,6) así mismo, con infecciones nosocomiales, desacondicionamiento físico, mayor dificultad de destete ventilatorio y numero de traqueostomía (15,35)

Finalmente, con el fin de optimizar la precisión diagnostica se realizó la combinación de las variables de ecografía diafragmática dado por valoración de excursión con el tiempo pico inspiratorio, indicando la velocidad de contracción diafragmática más la fracción de engrosamiento diafragmático los cuales se asociaron al Gold Stándard IRSB (DE/TPIA<sub>dia</sub>

(cm/seg) + DTF% + RSBI ) lo cual produjo la mayor capacidad discriminatoria (AUC-ROC 0,82;  $p = 0,003$ ) entre todos los parámetros ecografía diafragmática comparados indicando mejor detección de los pacientes con alto riesgo de fallo en la extubación.

Dentro de las fortalezas del estudio se realizó la valoración integral del paciente críticamente enfermo en el proceso de la extubación. Se evaluó desde parámetros clínicos, paraclínicos, mecánicos e imagenológicos por medio de la ecografía diafragmática; examen a la cabecera del paciente, comportándose como técnica innovadora, reproducible y segura. Adicionalmente, son pocos los estudios que reúnen todos los parámetros ecográficos(43) lo cual permite la valoración directa del musculo principal de la respiración, brindando un mayor poder discriminatorio y de esta forma tener más herramientas al momento de discernir el proceso de extubación y sus posibles resultados.

En cuanto a las limitaciones, al ser un estudio local, unicéntrico, con una muestra pequeña y homogénea de pacientes los cuales no tuvieron criterios de destete difícil o prolongado, no permitió que se pudieran obtener una validez de la ecografía diafragmática como prueba diagnóstica ya que la sensibilidad fue baja a pesar de tener una alta especificidad, de otra parte, el proceso de selección no se realizó de forma aleatoria o en todos los pacientes durante el periodo del estudio. Por tanto, los hallazgos podrían no ser extrapolables a otras UCI de diferente complejidad. Adicionalmente el paciente critico es variable en el tiempo, algunas patologías no pulmonares que se salen del rango de la valoración de la ecografía diafragmática generaron resultados adversos requiriendo soporte no invasivo, de igual forma conductas institucionales como el brindar soporte ventilatorio no invasiva como puente post extubación, previamente descrito, influyeron en los resultados generando sesgos de confusión al correlacionar las medidas de la ecografía diafragmática.

Como recomendación para futuros estudios, deben de considerarse estas limitaciones al momento del diseño de la investigación, así mismo, realizar estudios prospectivos con una mayor población, con un mayor número de participantes, con características más heterogéneas y con mayor control en el soporte ventilatorio no invasivo post extubación.

## 11. CONCLUSIÓN

La ecografía diafragmática a la cabecera del paciente es un instrumento prometedor que puede guiar el manejo, la evolución y brindar herramientas en el momento de la extubación. Se recomienda realizar la combinación de  $DE/TPI_{Dia} + \Delta t_{di}\%$  y RSBI mejora la capacidad discriminatoria asociada para detectar pacientes con alto riesgo de falla o éxito en la prueba de extubación.

## 12. BIBLIOGRAFÍA

1. Zisk-Rony RY, Weissman C, Weiss YG. Mechanical ventilation patterns and trends over 20 years in an Israeli hospital system: Policy ramifications. *Isr J Health Policy Res.* 2019;8(1):1–10.
2. Mehta S, Cook D, Devlin JW, Skrobik Y, Meade M, Fergusson D, et al. Prevalence, risk factors, and outcomes of delirium in mechanically ventilated adults. *Crit Care Med.* 2015;43(3):557–66.
3. Umbrello M, Formenti P. Ventilator-induced lung injury. *Acute Respir Distress Syndr.* 2017;37(4):201–23.
4. Dot I, Pérez-teran P, Samper M, Masclans J. Disfunción diafragmática : una realidad en el paciente ventilado mecánicamente. *Arch Bronconeumol [Internet].* 2017;53(3):150–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.arbres.2016.07.008>
5. Schmidt M, Banzett RB, Raux M, Morélot-Panzini C, Dangers L, Similowski T, et al. Unrecognized suffering in the ICU: Addressing dyspnea in mechanically ventilated patients. *Intensive Care Med.* 2014;40(1):1–10.
6. Berger D, Bloechlinger S, von Haehling S, Doehner W, Takala J, Z'Graggen WJ, et al. Dysfunction of respiratory muscles in critically ill patients on the intensive care unit. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2016;7(4):403–12.
7. Huang D, Ma H, Zhong W, Wang X, Wu Y, Qin T, et al. Using M-mode ultrasonography to assess diaphragm dysfunction and predict the success of mechanical ventilation weaning in elderly patients. 2017;9(Dd):3177–86.
8. McConville JF, Kress JP. Weaning Patients from the Ventilator. *N Engl J Med.* 2012;367(23):2233–9.
9. Dinino E, Gartman EJ, Sethi JM, Mccool FD. Diaphragm ultrasound as a predictor of successful extubation from mechanical ventilation. 2014;423–7.
10. Epstein S. Decision to extubate. *Intensive Care Med.* 2002;28(5):535–46.

11. Farghaly S, Hasan AA. Diaphragm ultrasound as a new method to predict extubation outcome in mechanically ventilated patients. *Aust Crit Care* [Internet]. 2017;30(1):37–43. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aucc.2016.03.004>
12. Matamis D, Soilemezi E, Tzagourias M, Akoumianaki E, Dimassi S, Boroli F, et al. Sonographic evaluation of the diaphragm in critically ill patients. Technique and clinical applications. *Intensive Care Med*. 2013;39(5):801–10.
13. Boussuges A, Gole Y, Blanc P. Diaphragmatic motion studied by M-mode ultrasonography. *Chest* [Internet]. 2009;135(2):391–400. Available from: <http://dx.doi.org/10.1378/chest.08-1541>
14. Review S. Diaphragm and Lung Ultrasound to Predict Weaning Outcome. *Chest* [Internet]. 2017;152(6):1140–50. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.chest.2017.08.028>
15. Powers SK, Wiggs MP, Sollanek KJ, Smuder AJ. Ventilator-induced diaphragm dysfunction: cause and effect. *AJP Regul Integr Comp Physiol* [Internet]. 2013;305(5):R464–77. Available from: <http://ajpregu.physiology.org/cgi/doi/10.1152/ajpregu.00231.2013>
16. Wang S, Zhang L, Huang K, Lin Z. Predictors of Extubation Failure in Neurocritical Patients Identified by a Systematic Review and Meta-Analysis. 2014;1–12.
17. Thille AW, Richard JM, Brochard L, Division IC. Page 1 of 34. 2013;1–34.
18. Allen J, McGrattan B. Weaning from mechanical ventilation. *Core Top Cardiothorac Crit Care*. 2013;29(5):196–202.
19. Roquilly A, Cinotti R, Jaber S, Vourc'h M, Pengam F, Joachim Mahe P, et al. Implementation of an evidence-based extubation readiness bundle in 499 brain-injured patients: A before-after evaluation of a quality improvement project. *Am J Respir Crit Care Med*. 2013;188(8):958–66.
20. Putensen C, Mutz NJ, Putensen-Himmer G, Zinserling J. Spontaneous breathing during ventilatory support improves ventilation- perfusion distributions in patients with acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. 1999;159(4 Pt 1):1241–8.

21. Frutos-Vivar F, Ferguson ND, Esteban A, Epstein SK, Arabi Y, Apezteguía C, et al. Risk factors for extubation failure in patients following a successful spontaneous breathing trial. *Chest*. 2006;130(6):1664–71.
22. Esteban A, Ferguson ND, Meade MO, Frutos-Vivar F, Apezteguia C, Brochard L, et al. Evolution of mechanical ventilation in response to clinical research. *Am J Respir Crit Care Med*. 2008;177(2):170–7.
23. Thille AW, Harrois A, Schortgen F, Brun-Buisson C, Brochard L. Outcomes of extubation failure in medical intensive care unit patients. *Crit Care Med*. 2011;39(12):2612–8.
24. Beaulieu Y, Marik PE. Bedside ultrasonography in the ICU: Part 2. *Chest* [Internet]. 2005;128(3):1766–81. Available from: <http://dx.doi.org/10.1378/chest.128.3.1766>
25. Asehnoune K, Mrozek S, Perrigault PF, Seguin P, Dahyot-Fizelier C, Lasocki S, et al. A multi-faceted strategy to reduce ventilation-associated mortality in brain-injured patients. The BI-VILI project: a nationwide quality improvement project. *Intensive Care Med*. 2017;43(7):957–70.
26. McCool FD, Manzoor K, Minami T. Disorders of the Diaphragm. *Clin Chest Med*. 2018;39(2):345–60.
27. Kharma N. Dysfunction of the diaphragm. *Curr Opin Pulm Med*. 2013;1.
28. Schepens T, Verbrugge W, Dams K, Corthouts B, Parizel PM, Jorens PG. The course of diaphragm atrophy in ventilated patients assessed with ultrasound : a longitudinal cohort study. 2015;1–8.
29. Petrof BJ. Diaphragm Weakness in the Critically Ill. *Chest* [Internet]. 2018;(October):1–9. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.chest.2018.08.1028>
30. Piquilloud L, Tassaux D, Bialais E, Lambermont B, Sottiaux T, Roeseler J, et al. Neurally adjusted ventilatory assist (NAVA) improves patient-ventilator interaction during non-invasive ventilation delivered by face mask. *Intensive Care Med*. 2012;38(10):1624–31.
31. 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. 2014;189(5):520–31.
32. Doorduyn J, Van Hees HWH, Van Der Hoeven JG, Heunks LMA. Monitoring of the respiratory muscles in the critically ill. *Am J Respir Crit Care Med*. 2013;187(1):20–7.
  33. Zambon M, Greco M, Bocchino S, Cabrini L, Beccaria PF, Zangrillo A. Assessment of diaphragmatic dysfunction in the critically ill patient with ultrasound : a systematic review. *Intensive Care Med*. 2016;
  34. Ali ER, Mohamad AM. Diaphragm ultrasound as a new functional and morphological index of outcome, prognosis and discontinuation from mechanical ventilation in critically ill patients and evaluating the possible protective indices against VIDD. *Egypt J Chest Dis Tuberc [Internet]*. 2017;66(2):339–51. Available from:  
<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S042276381630228X>
  35. Zambon M, Greco M, Bocchino S, Cabrini L, Beccaria PF, Zangrillo A. Assessment of diaphragmatic dysfunction in the critically ill patient with ultrasound: a systematic review. *Intensive Care Med*. 2017;43(1):29–38.
  36. Osman AM, Hashim RM. Diaphragmatic and lung ultrasound application as new predictive indices for the weaning process in ICU patients. *Egypt J Radiol Nucl Med [Internet]*. 2017;48(1):61–6. Available from:  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrn.2017.01.005>
  37. Jung B, Moury PH, Mahul M, de Jong A, Galia F, Prades A, et al. Diaphragmatic dysfunction in patients with ICU-acquired weakness and its impact on extubation failure. *Intensive Care Med*. 2016;42(5):853–61.
  38. Umbrello M, Formenti P, Longhi D, Galimberti A, Piva I, Pezzi A, et al. Diaphragm ultrasound as indicator of respiratory effort in critically ill patients undergoing assisted mechanical ventilation : a pilot clinical study. 2015;1–10.
  39. Gordillo MA, Otero DDC. 4 La ecografía como técnica neumológica. :53–64.
  40. Qian Z, Yang M, Li L, Chen Y. Ultrasound assessment of diaphragmatic dysfunction as a predictor of weaning outcome from mechanical ventilation: A systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*. 2018;8(9):1–10.

41. Huang D, Ma H, Zhong W, Wang X, Wu Y, Qin T, et al. Using M-mode ultrasonography to assess diaphragm dysfunction and predict the success of mechanical ventilation weaning in elderly patients. *J Thorac Dis.* 2017;9(9):3177–86.
42. Le Neindre A, Mongodi S, Philippart F, Bouhemad B. Thoracic ultrasound: Potential new tool for physiotherapists in respiratory management. A narrative review. *J Crit Care* [Internet]. 2016;31(1):101–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcrc.2015.10.014>
43. Varón-Vega F, Hernández Á, López M, Cáceres E, Giraldo-Cadavid LF, Uribe-Hernandez AM, et al. Usefulness of diaphragmatic ultrasound in predicting extubation success. *Med Intensiva (English Ed)* [Internet]. 2020;(xx). Available from: <https://doi.org/10.1016/j.medine.2020.04.001>
44. Sosa-Medellín MA, Marín-Romero MC. Failed extubation in an intensive care unit of Mexico City. *Med interna México.* 2017;33(4):459–65.
45. Li C, Li X, Han H, Cui H, Wang G, Wang Z. Diaphragmatic ultrasonography for predicting ventilator weaning.
46. Segura A, Carvajal N, Chavarro PA, Wilches EC, Carvajal A. Sensitivity and specificity of the Yang Tobin Index to predict extubation success in critical patients. *Colomb Med.* 2011;42(4):458–67.
47. El-khatib MF, Zeineldine SM, Jamaledine GW. Effect of pressure support ventilation and positive end expiratory pressure on the rapid shallow breathing index in intensive care unit patients. 2020;(2008):505–10.

# 13. ANEXOS

## Anexo 1. Formato de recolección y guía de valoración ecográfica

### EVALUACION DE LA FUNCION DIAFRAGMATICA

CC: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Cama: U 30\_\_

Tensión arterial: \_\_\_\_\_

Frecuencia cardiaca: \_\_\_\_\_

Frecuencia respiratoria: \_\_\_\_\_

SaO2: \_\_\_\_\_

Soporte vasopresor: SI  NO

Cuál vasopresor: \_\_\_\_\_

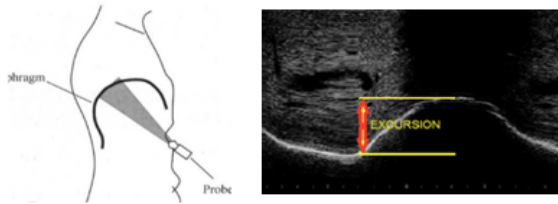
Dosis: \_\_\_\_\_

Soporte inotrópico: SI  NO

Cuál inotrópico: \_\_\_\_\_

Dosis: \_\_\_\_\_

### EXCURSIÓN DIAFRAGMÁTICA



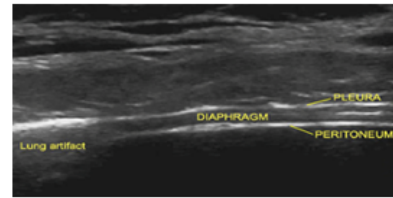
ED1: \_\_\_\_\_

ED2: \_\_\_\_\_

ED3: \_\_\_\_\_

### ENGROSAMIENTO DIAFRAGMÁTICO

FEDI:  $\left[ \frac{\text{Grosor al final de la insp} - \text{grosor al final de esp}}{\text{grosor al final de la esp}} \right] \times 100$



GDInsp 1: \_\_\_\_\_

GDEsp 1: \_\_\_\_\_

GDInsp 2: \_\_\_\_\_

GDEsp 1: \_\_\_\_\_

GDInsp 3: \_\_\_\_\_

GDEsp 1: \_\_\_\_\_

### PARÁMETROS VENTILATORIOS OMAHA

Modo Ventilatorio del Weaning: \_\_\_\_\_

SONDA TRANSESOFÁGICA SI  NO

Presión transpulmonar: \_\_\_\_\_

#### EXCURSIÓN DIAFRAGMÁTICA

1. Se explica al paciente y/o al familiar que se realizará una ecografía del diafragma.
2. Se coloca al paciente en decúbito supino.
3. Se coloca el modo B, se toma la sonda sectorial de 3.5 a 5 MHz
4. Se traza una línea imaginaria desde la línea medio clavicular derecha con el reborde costal derecho, se coloca la sonda debajo de esta línea y se toma al hígado como ventana acústica.
5. Se realiza una visión general encontrando el domo del diafragma que se identifica como una línea hiperecótica que se moviliza con movimientos respiratorios, acercándose a la sonda durante la inspiración y alejándose en espiración.
6. Se pasa a modo M se pasa línea perpendicular en toda la cúpula diafragmática.
7. Se evalúa la excursión diafragmática en respiración espontánea del paciente. Una vez se cuente con una imagen adecuada se da congelar a la imagen y se realizaran las mediciones respectivas en tres ciclos respiratorios que se logren grabar en una misma medición.
8. Se selecciona la variable del tiempo y se coloca tiempo inicial en línea reposo antes de que inicie excursión y se coloca tiempo final en línea de base posterior a espiración o descenso de excursión.
9. Seleccione medida de distancia; tome el punto de excursión máxima que hace referencia al final de inspiración máxima y se mide desde ahí hasta la línea de base trazada.
10. Se toman 3 mediciones en 3 respiraciones diferentes en la misma valoración realizada.
11. Diligencie los datos en formato y saque el valor promedio.

#### GROSOR DIAFRAGMÁTICO

1. Teniendo al paciente en decúbito supino con la cabecera a 20-40°
2. Se toma el transductor lineal frecuencia de 7 - 10 MHz
3. Se coloca el modo B. Se coloca sonda en ventana intercostal.
4. Se traza línea imaginaria entre línea axilar anterior y línea medio axilar, entre el 7mo y 8vo espacio intercostal derecho con una profundidad 1.5-3 cm.
5. Localizo zona de aposición; observe estructura de 3 capas:
  - a. Una capa central no ecogénica que sería el diafragma, rodeada de dos capas ecogénicas paralelas el peritoneo y la pleura diafragmática.
6. Evaluó el grosor que variará según la fase del ciclo respiratorio; el grosor será mayor en inspiración y menor en espiración.
7. Congelo imagen y realice 3 mediciones en 3 respiraciones diferentes en la misma valoración realizada.
8. En inspiración cerciórese que sea de mayor grosor; seleccione el modo distancia, tome la distancia entre líneas hiperecótica.
9. En espiración cerciórese que sea de menor grosor; Selección el modo distancia y mida la existente entre líneas hiperecótica.
10. Diligencie los datos en formato.
11. Saque la media de los valores tanto en inspiración como en espiración.
12. Calcule la fracción de engrosamiento diafragmático, tome el diámetro de engrosamiento en inspiración total y reste el valor del diámetro de engrosamiento en espiración total ; divida el resultado por diámetro de engrosamiento en espiración total ; multiplique el resultado por 100%.

*Anexo 2. Formato de base de datos en Excel*

| ID               | Sexo            | Edad        | Peso                | Estatura            | IMC     | Patología de Ingreso UCI | Tipo_de_Dx | APACHE_ingreso    | GCS_ingreso               |
|------------------|-----------------|-------------|---------------------|---------------------|---------|--------------------------|------------|-------------------|---------------------------|
| Hunt_Hess        | Fisher_HSA      | NIHSS       | Causa_de_Intubación | Fecha_de_extubación | PAS     | PAD                      | Inotropico | Vasopresor        | Modo ventilatorio weaning |
| PEEP             | Presión soporte | Tobin score | P01                 | Test fuga%          | ED1     | ED2                      | ED3        | EDM               |                           |
| DTFins1          | DTFins2         | DTFins3     | DTFinsM             | DTFexp1             | DTFexp2 | DTFexp3                  | DTFexpM    | DTF% = (AP-AT)/AT |                           |
| Falla en weaning | Muerte en ICU   | PTP         | Dias en UCI         | Días libres Vent    |         |                          |            |                   |                           |

**Anexo 3. Tabla 1- características de la población.**

|   | All (n=43)     | Failed weaning<br>(n=13) | Success weaning<br>(n=30) | p-<br>value |
|---|----------------|--------------------------|---------------------------|-------------|
| Age, median (IQR)                           | 72 (58-77.5)   | 74.0 (68.0-78.0)         | 69.5 (56.5-77.0)          | 0.45        |
| Sex, male (%)                               | 46             | 53                       | 43                        | 0.53        |
| Type of diagnosis (%)                       |                |                          |                           | 0.66        |
| - Medical                                   | 22 (51)        | 6 (46.1)                 | 16 (53.3)                 |             |
| - Surgical                                  | 21 (48)        | 7 (53.8)                 | 14 (46.6)                 |             |
| Cause of respiratory failure:               |                |                          |                           | 0.45        |
| - Digestive                                 | 10 (23.2)      | 2 (15.3)                 | 8 (26.6)                  |             |
| - Cardiovascular                            | 9 (20.9)       | 3 (23)                   | 6 (20)                    |             |
| - Neurological                              | 9 (20.9)       | 1 (7.7)                  | 8 (26.6)                  |             |
| - Respiratory                               | 6 (13.9)       | 3 (23.1)                 | 3 (10)                    |             |
| - Sepsis                                    | 6 (13.9)       | 2 (15.3)                 | 4 (13.3)                  |             |
| - Trauma                                    | 2 (4.6)        | 1 (7.7)                  | 1 (3)                     |             |
| - Other                                     | 1 (2.3)        | 1 (7.7)                  | 0 (0)                     |             |
| APACHE II score, median (IQR)               | 18 (9-23)      | 20 (15-25)               | 15.5 (8.25-22)            | 0.05        |
| Ventilatory mode during SBT, (%) CPAP + PSV | 43 (100)       | 13 (100)                 | 30 (100)                  |             |
| RSBI median (IQR)                           | 37 (24-48.5)   | 45 (37-66.7)             | 30 (20-45)                | 0.01        |
| Vital lung capacity (ml/Kg)                 | 17.3 (13-23.3) | 12.7 (11.1-14.9)         | 21.7 (15.7-24.1)          | 0.03        |
| Lactate, median (IQR)                       | 1.2 (0.9-1.7)  | 1.2 (1-1.7)              | 1.2 (0.9-1.8)             | 0.69        |
| DUS indices                                 |                |                          |                           |             |
| - Diaphragmatic excursion, median (cm)      | 1.8 (1.4-2.1)  | 1.5 (1.3-1.8)            | 1.8 (1.6-2.1)             | 0.03        |

|                               |                |               |                |      |
|-------------------------------|----------------|---------------|----------------|------|
| - DE/TPIA, cm/sec             | 1.5 (1.2-1.8)  | 1.4 (1.2-1.7) | 1.5 (1.2-1.8)  | 0.5  |
| - DTF, median (IQR) (%)       | 36 (26.5-46.5) | 29 (19-38)    | 39 (29.5-52.2) | 0.02 |
| <b>Outcomes, median (IQR)</b> |                |               |                |      |
| - Mechanical ventilation days | 2 (1-3)        | 2 (1-3)       | 1 (1-2)        | 0.21 |
| - ICU days                    | 5 (3-8)        | 6 (4-8)       | 4 (2-7.7)      | 0.06 |
| - Hospitalization days        | 16 (9.5-37.5)  | 15 (10-36)    | 19 (7.5-37.7)  | 0.82 |

**Anexo 4. Tabla2. - Parámetros para la predicción de éxito del destete ventilatorio a las 72 horas.**

| <b>Parameter</b>                                 | <b>Sensitivity</b> | <b>Specificity</b> | <b>AUC</b> | <b>p-value</b> |
|--|--------------------|--------------------|------------|----------------|
| RSBI   | 40%                | 93.1%              | 0,77       | 0.005          |
| Vital capacity<br>(mL/Kg)                        | 62.5%              | 77.8%              | 0.74       | 0.01           |
| Diaphragmatic<br>excursion (DE, cm)              | 23.1%              | 93.3%              | 0.73       | 0.05           |
| Diaphragmatic<br>thickening fraction<br>(DTF%)   | 30.8%              | 86.7%              | 0.72       | 0.01           |
| DE/TPIA <sub>dia</sub> (cm/sec)<br>+ DTF%        | 30.8%              | 90%                | 0.72       | 0.03           |
| DE (cm) + DTF (%)                                | 38.5%              | 90%                | 0.72       | 0.02           |
| DE/TPIA <sub>dia</sub> (cm/sec)<br>+ DTF% + RSBI | 40%                | 93.1%              | 0.872      | 0.003          |

Anexo 5. Graficas

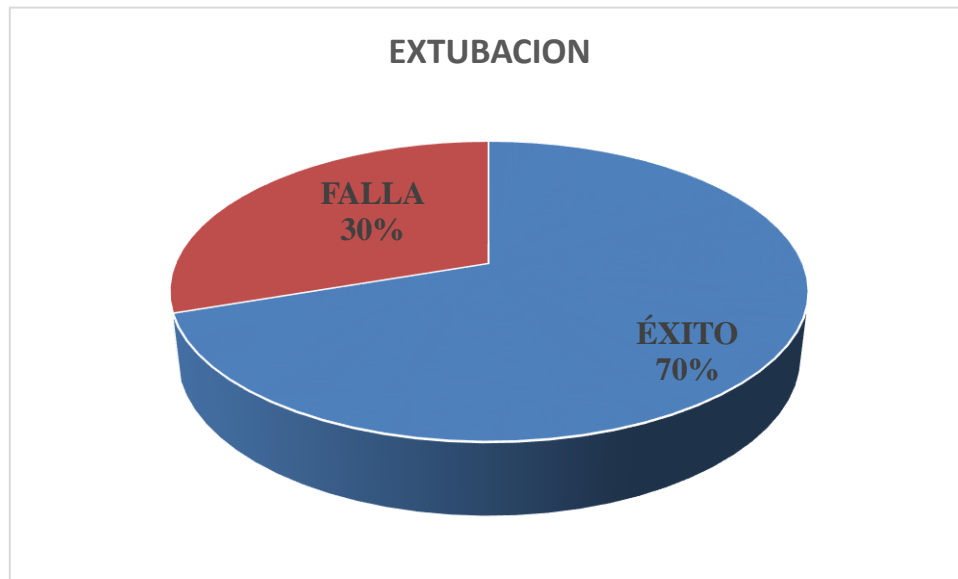


Fig. 1. Diagrama de distribución de resultados en extubación a las 72 horas

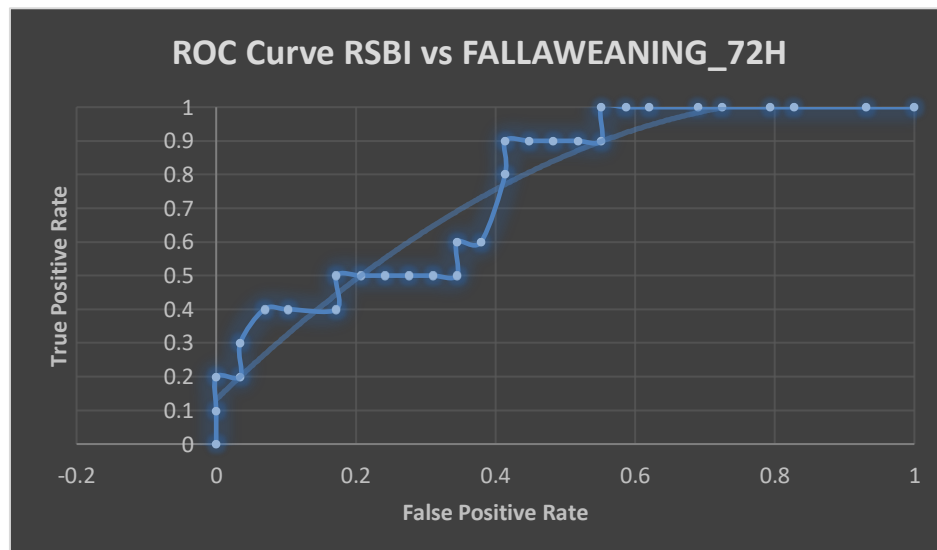


Fig. 2. Curva ROC RSBI vs Falla en extubación a las 72 horas

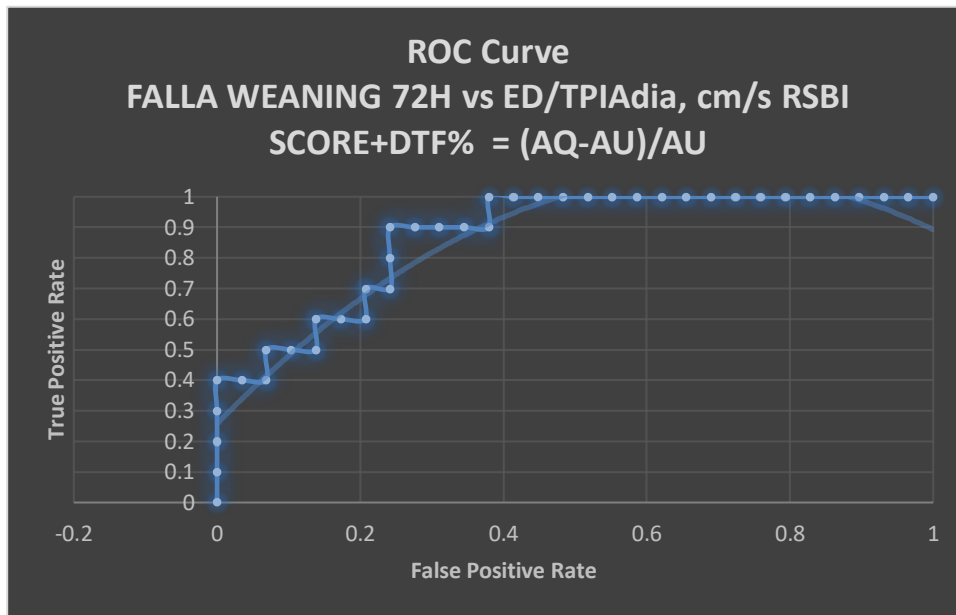


Fig. 2. Curva ROC ED/TPIAdia cm/s+ RSBI SCORE+DTF%

MEETING ABSTRACTS

Open Access

ESICM LIVES 2020



Virtual. 06–09 December 2020

001492

**A prospective observational trial study comparing diaphragmatic ultrasound for prediction of weaning failure in critically ill patients**

J.P. Lasso-Perdomo<sup>1</sup>; A. Vargas-Villanueva<sup>1</sup>; C. Santacruz Herrera<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departament of critical and intensive care medicine, Fundacion Santa Fe de Bogota University Hospital, Bogotá, Colombia

**Correspondence:** A. Vargas-Villanueva

*Intensive Care Medicine Experimental* 2020, **8**(2): 001492

**Introduction:** Weaning failure from mechanical ventilation is associated with an increased risk of morbidity and mortality. Different diaphragmatic ultrasound parameters have been studied. However, there are many gaps in our understanding of the discriminatory capacity to predict weaning failure.

**Methods:** A prospective study in a heterogeneous cohort of patients in intensive care units. The diaphragmatic ultrasound was used to determine the diaphragmatic inspiratory excursion (DE), time to peak inspiratory amplitude of the diaphragm (TPIAdia), diaphragmatic excursion velocity (DE/TPIAdia, cm/sec), and diaphragm thickening fraction ( $\Delta tdi\%$ ). The measures were performed at the end of a spontaneous breathing trial (SBT) and compared with the extubation outcome. Also, the rapid shallow breathing index (RSBI) was calculated. Weaning failure was defined as the inability to maintain spontaneous breathing for at least 72 h, without any form of ventilatory support.

**Results:** The study included 43 patients. Median age was 72 years [58.0-77.5], APACHE II score was 18.0 [9.0-23.0], and RSBI previous to the SBT was 37 [24.0-48.5]. Patients who failed the SBT (30%) had a lower median vital capacity (12.4 [11.5-14.1(mL/Kg)] vs. 21.3 [15.6-23.6];  $p=0.05$ ), DE (cm)(1.8 [1.6-2.1] vs. 1.50 [1.3-1.8];  $p=0.03$ ), and  $\Delta tdi\%$  (29.0% [21.0%-35.0%] vs. 39.0% [28.2% - 47.5%];  $p=0.02$ ). [E1] RSBI had the highest discriminatory capability (AUC-ROC 0.76). Among DUS measures,  $\Delta tdi\%$  had the highest AUC-ROC (0.71), followed by DE (0.70), and DE/TPIAdia (0.54). Using both, the DE/TPIAdia and RSCI the discriminatory capacity was improved and associated with a successful weaning trial (AUC-ROC 0.77). DE/TPIAdia (cm/sec) alone was not able to discriminate patients who failed the SBT (1.40 [1.10-1.80] vs. 1.55 [1.22- 1.80];  $p=0.69$ ).

**Conclusion:** Combining the used of DE/TPIAdia and RSBI leads to a discriminatory capability improvement for detecting patients at high risk of extubation. This combined measure was similar to RSBI alone.