



# **Evaluación Ultrasonográfica del diafragma en el paciente críticamente enfermo.**

Marlon Adrián Laguado Nieto.

Medicina Interna FUCS – Hospital de San José.

Tesis de Grado para obtener título de Sub-especialista en Medicina Crítica y Cuidados  
Intensivos del Adulto.

Universidad Autónoma de Bucaramanga

**Investigador principal:**  
**Marlon Adrián Laguado Nieto.**

Medicina Interna FUCS.

Residente de segunda Especialidad

Medicina Crítica y Cuidado Intensivo Adultos UNAB.

**Director de tesis y asesor epidemiológico :**

**Doctor Héctor Julio Meléndez.**

Anestesiología – Epidemiología - Medicina Crítica y Cuidados Intensivos.

Docente Medicina Crítica y Cuidados Intensivos UNAB.

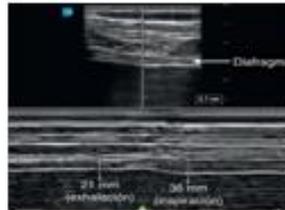
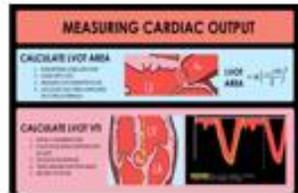
**Director programa posgrado de Medicina Crítica y Cuidados  
Intensivos del Adulto - UNAB:**

**Doctor Francisco Naranjo.**

Medicina Interna - Neumología - Medicina Crítica y Cuidados Intensivos.

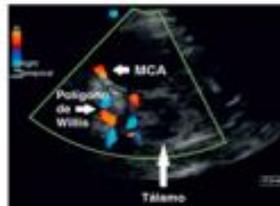
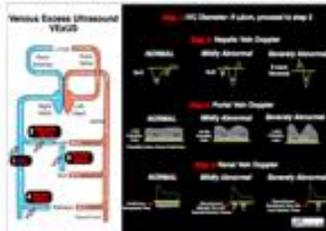
Docente Medicina Crítica y Cuidados Intensivos UNAB.

# Introducción.



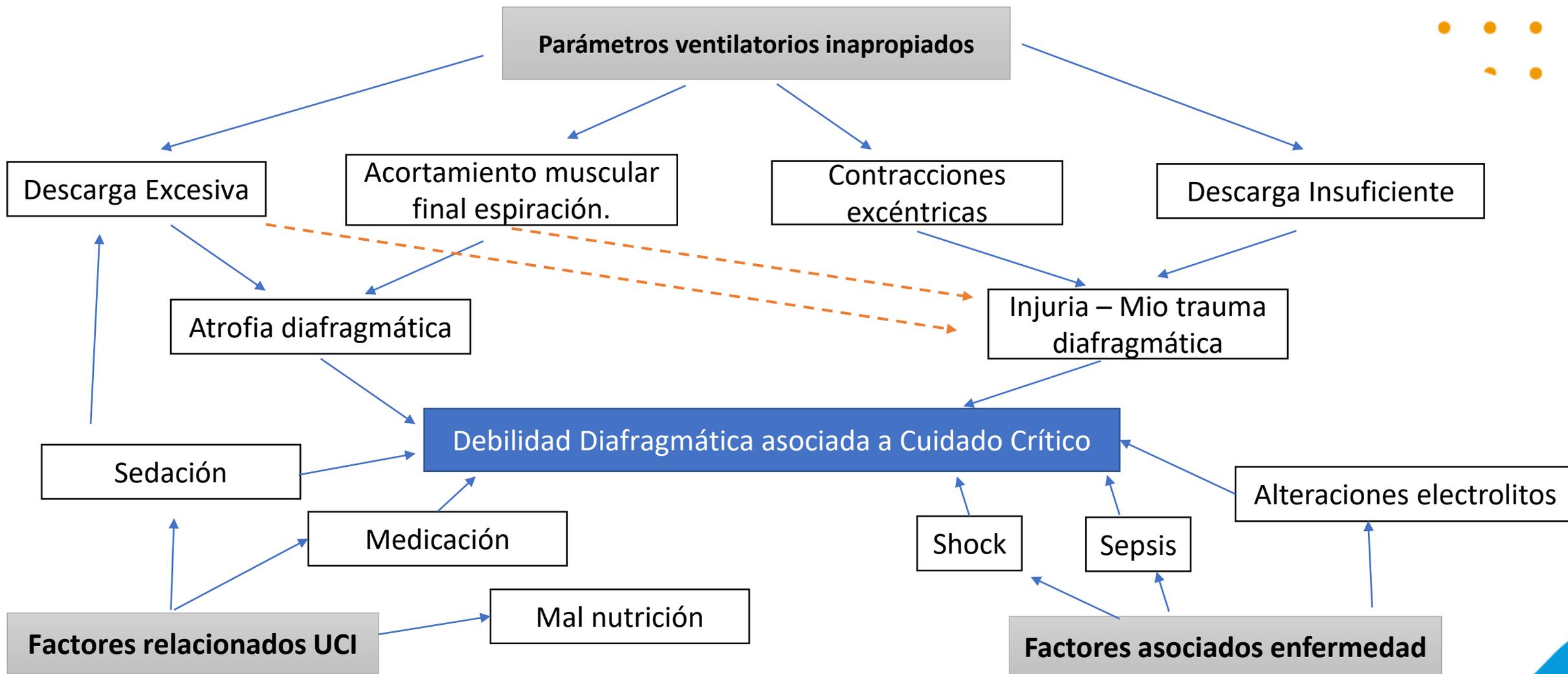
Ultrasonido en UCI

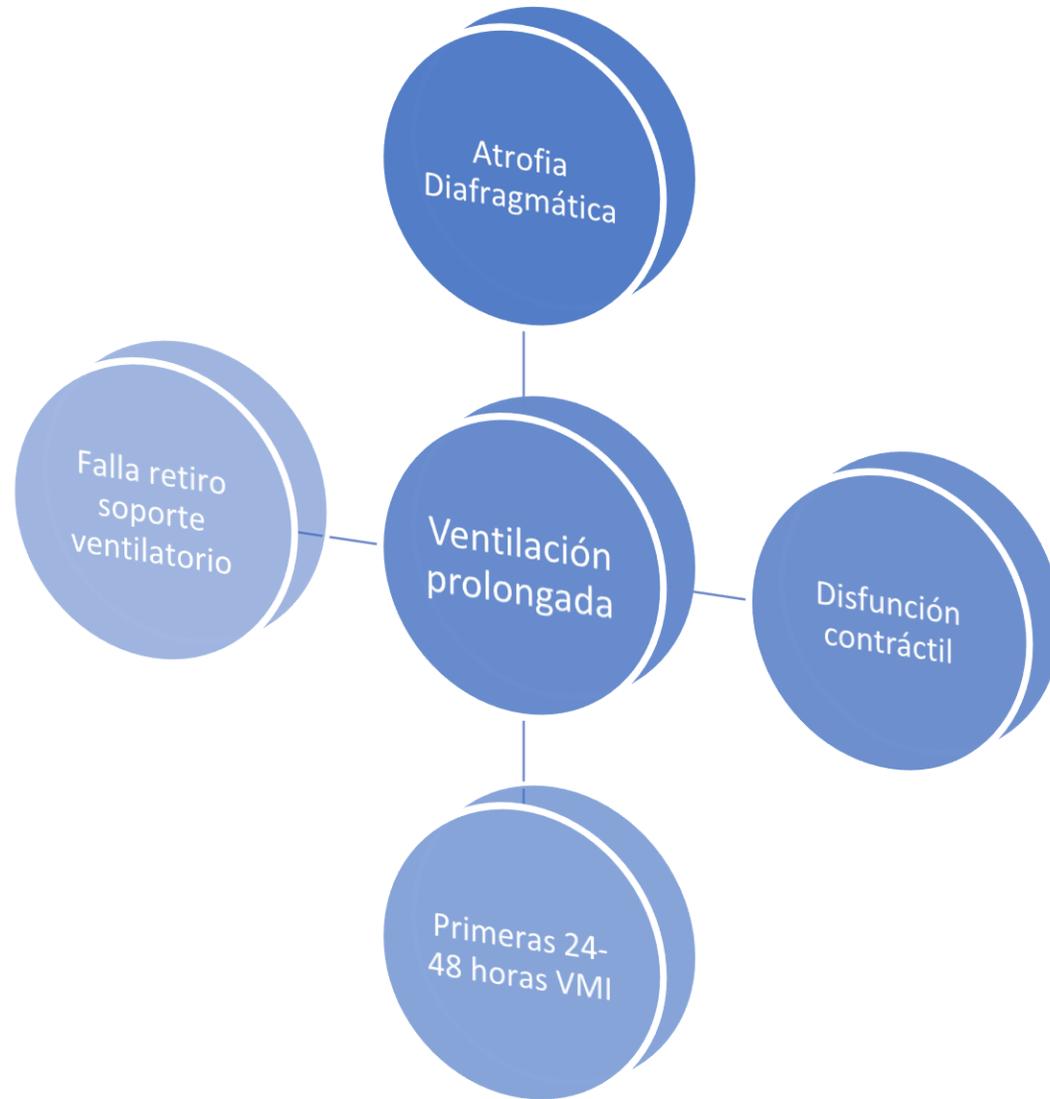
Variedad de protocolos



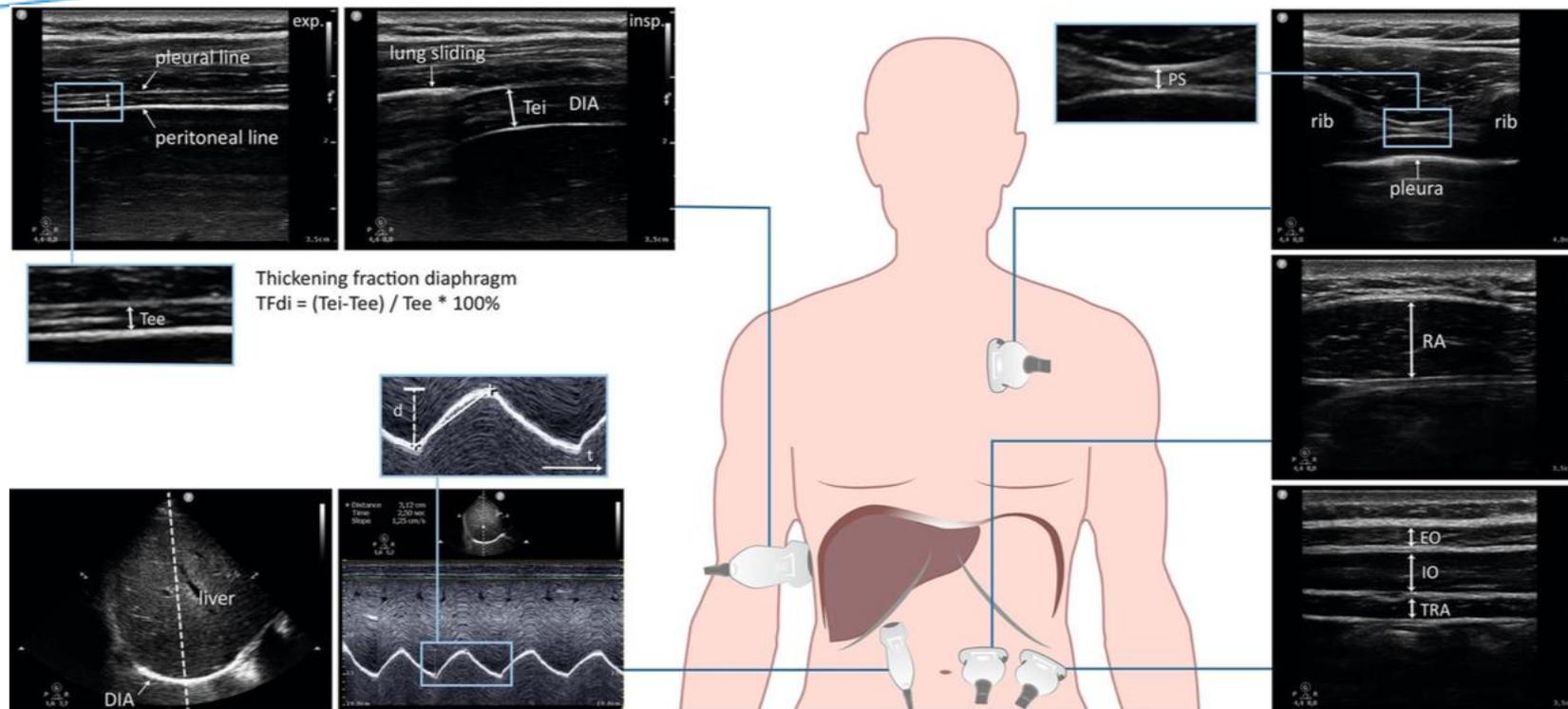
Valoración US del diafragma como Herramienta diagnóstica en UCI

# Planteamiento del problema.





# Evaluación Ultrasonográfica del Diafragma



EXCURSIÓN DIAFRAGMÁTICA

GROSOR DIAFRAGMÁTICO

Delta Grosor Diafragmático (TFDi)

Tuinman PR, Jonkman AH, Dres M, Shi ZH, Goligher EC, Goffi A, de Korte C, Demoule A, Heunks L. Respiratory muscle ultrasonography: methodology, basic and advanced principles and clinical applications in ICU and ED patients-a narrative review. Intensive Care Med. 2020 Apr;46(4):594-605.

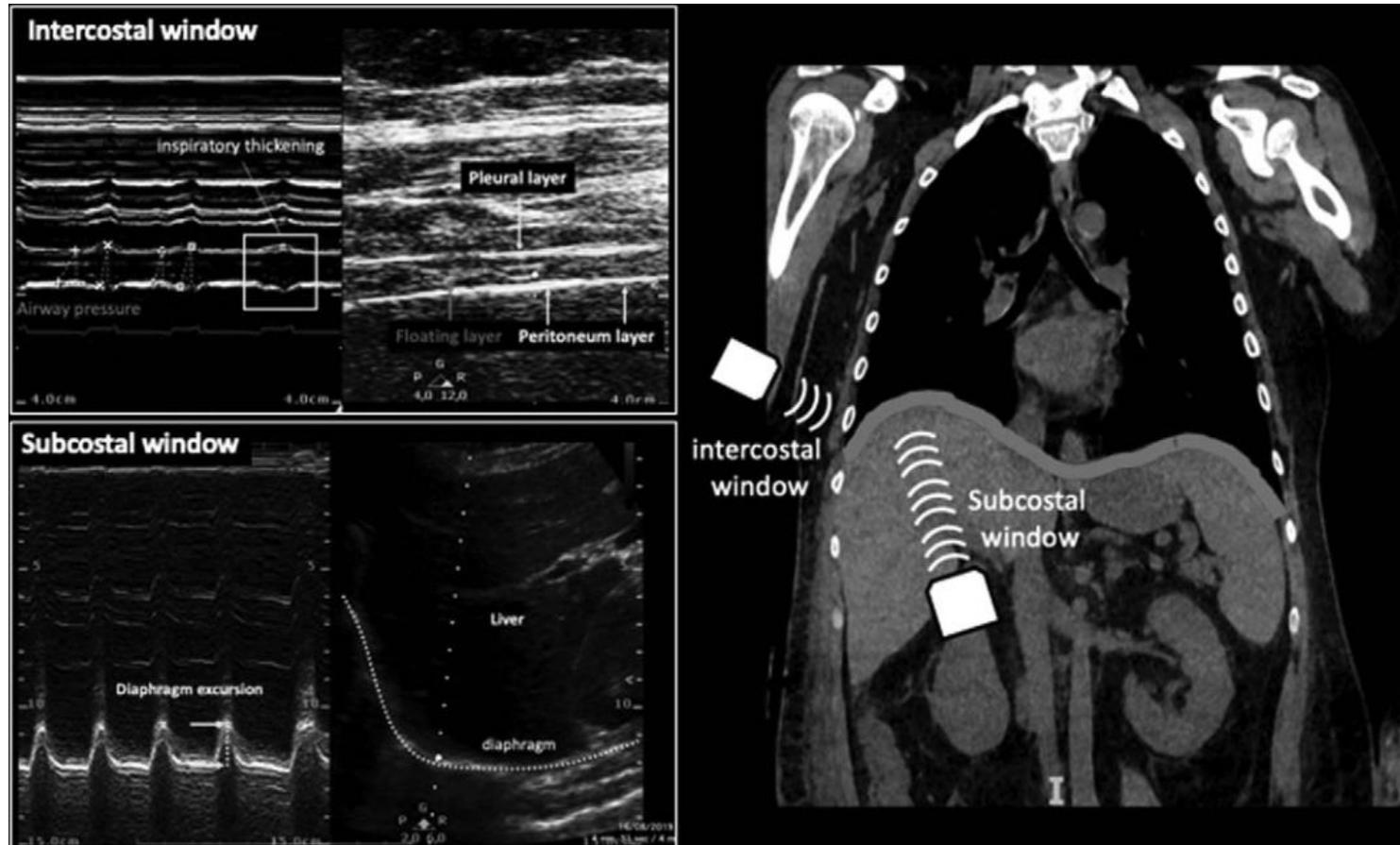
# Evaluación Ultrasonográfica del Diafragma

**Excursión del diafragma:** es la amplitud de la excursión desde que se da inicio a la contracción hasta el máximo punto inspiratorio. Modo M. Hígado una ventana acústica cuando se evalúa el hemidiafragma derecho.

$$\text{TFDi} = \frac{(\text{grosor tele inspiratorio}) - (\text{grosor tele espiratorio})}{\text{Grosor tele espiratorio}} \times 100$$

Varón-Vega F, Hernández Á, López M, et al. Usefulness of diaphragmatic ultrasound in predicting extubation success [published online ahead of print, 2019 Dec 20]. Utilidad de la ecografía diafragmática para predecir el éxito en la extubación [published online ahead of print, 2019 Dec 20]. *Med Intensiva*. 2019;S0210-5691

# Evaluación Ultrasonográfica del Diafragma



Dres M, Demoule A. Monitoring diaphragm function in the ICU. Curr Opin Crit Care. 2020 Feb;26(1):18-25.

# Pregunta de investigación.



¿Cuáles son las características ultrasonográficas del diafragma en el paciente en estado crítico con ventilación mecánica invasiva y su rendimiento para predecir éxito o fracaso en la extubación ?

- **Hipótesis de trabajo.**

La excursión diafragmática, el grosor diafragmático y el delta del grosor diafragmático (TFdi), son indicadores útiles de la actividad del diafragma en pacientes críticos con ventilación mecánica invasiva.

# Objetivos.



## Objetivo general.

1. Describir la evaluación del diafragma realizada por ultrasonografía (US) en pacientes sometidos a ventilación mecánica invasiva y el rendimiento diagnóstico de la US.

## Objetivos específicos.

1. Describir características sociodemográficas y clínicas de la población estudiada.
2. Describir prevalencia de disfunción diafragmática en los pacientes estudiados.
3. Describir proporción y factores asociados con el fracaso para la extubación en los pacientes con disfunción del diafragma.

# Métodos.

- **Tipo de estudio.**
  - Estudio de evaluación de tecnología diagnóstica médica.
  
- **Población de referencia.**
  - Todos los usuarios de las clínicas FOSCAL y FOSCAL Internacional.
  
- **Población elegible.**
  - Pacientes UCI con Ventilación mecánica invasiva.

# Criterios inclusión y exclusión.

## Inclusión

- ✓ Pacientes con ventilación mecánica invasiva con una duración de más de 48 horas.

## Exclusión.

- ✓ Paciente provenientes ventilación crónica domiciliaria.
- ✓ Embarazadas.
- ✓ Antecedentes parálisis diafragmática.
- ✓ Pacientes en cuidados paliativos.
- ✓ Polineuropatía.

# Tamaño muestra

- **Calculo de muestra.**

Se realizó cálculo del tamaño de muestra basado en los reportes de literatura, que documentan una disfunción diafragmática en promedio 65% (33 a 95%), poder del 80% y significancia del 95% lo que nos dio un tamaño muestral de 61 pacientes.

# Variables de Resultado.



Variable	Punto corte / Definición.
Excursión diafragma	< 10 mm
Grosor diafragmático	< 2 mm
TFDi	< 20%
Fracaso destete ventilatorio	No tolerancia prueba respiración espontánea
Fracaso extubación	Re intubación antes de las 48 horas de haber sido extubado.

# Aspectos Éticos y legales.

- Proyecto aprobado por la coordinación de investigaciones y coordinación académica posgrados UNAB.
- Aprobado por la dirección de investigaciones, desarrollo e innovación clínica FOSCAL y FOSCAL Internacional.
- Estudio con riesgo bajo para el paciente.
- Familiares pacientes firmaron consentimiento informado para realización de estudio.

# FLUJOGRAMA DE MANEJO PACIENTE

Pacientes que ingresan a UCI

Pacientes elegibles

Criterios inclusión

Cumple parámetros destete ventilatorio

Medición US del diafragma – recolección variables

Destete Exitoso

SI

Extubación Exitosa

SI

Cuidados pos extubación.

NO

NO

NO

## Pacientes excluidos (39):

Extubación posoperatoria próximas 24 horas, con ventilación mecánica crónica domiciliaria, pacientes embarazadas, parálisis diafragmática unilateral, ventilación mecánica en manejo paliativo en quien no se considera realizar extubación.

Análisis estadístico de datos y variables

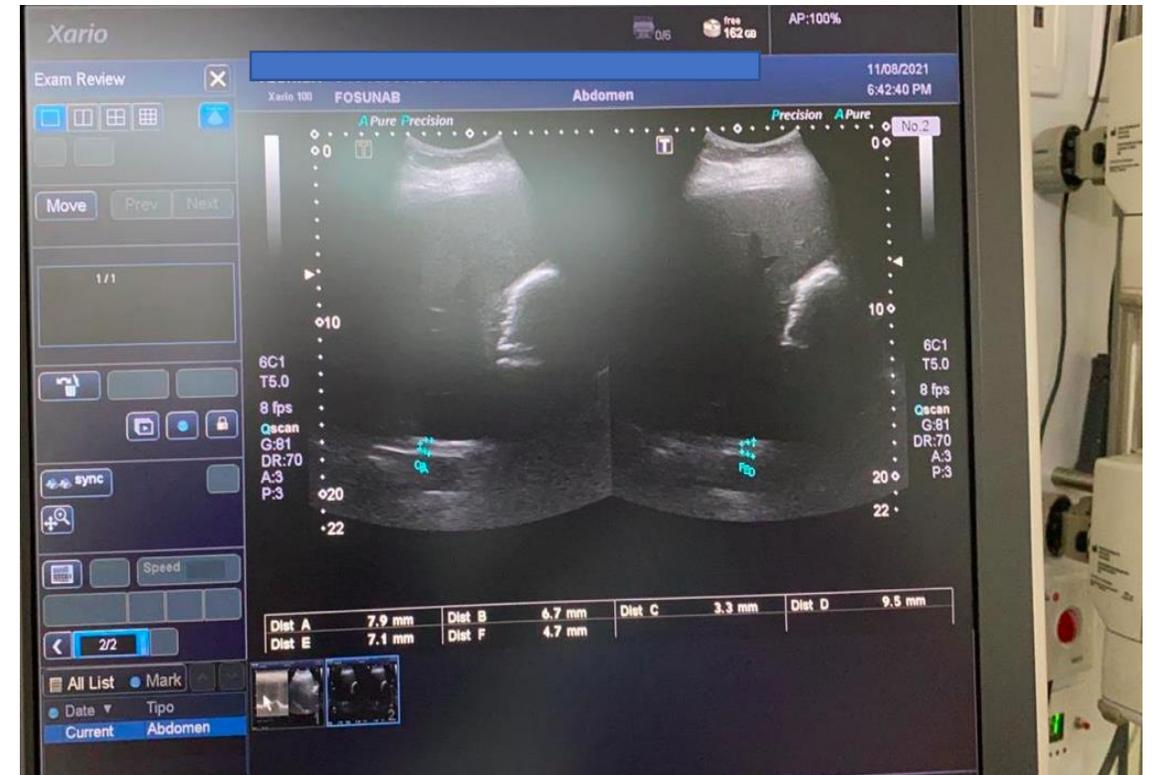
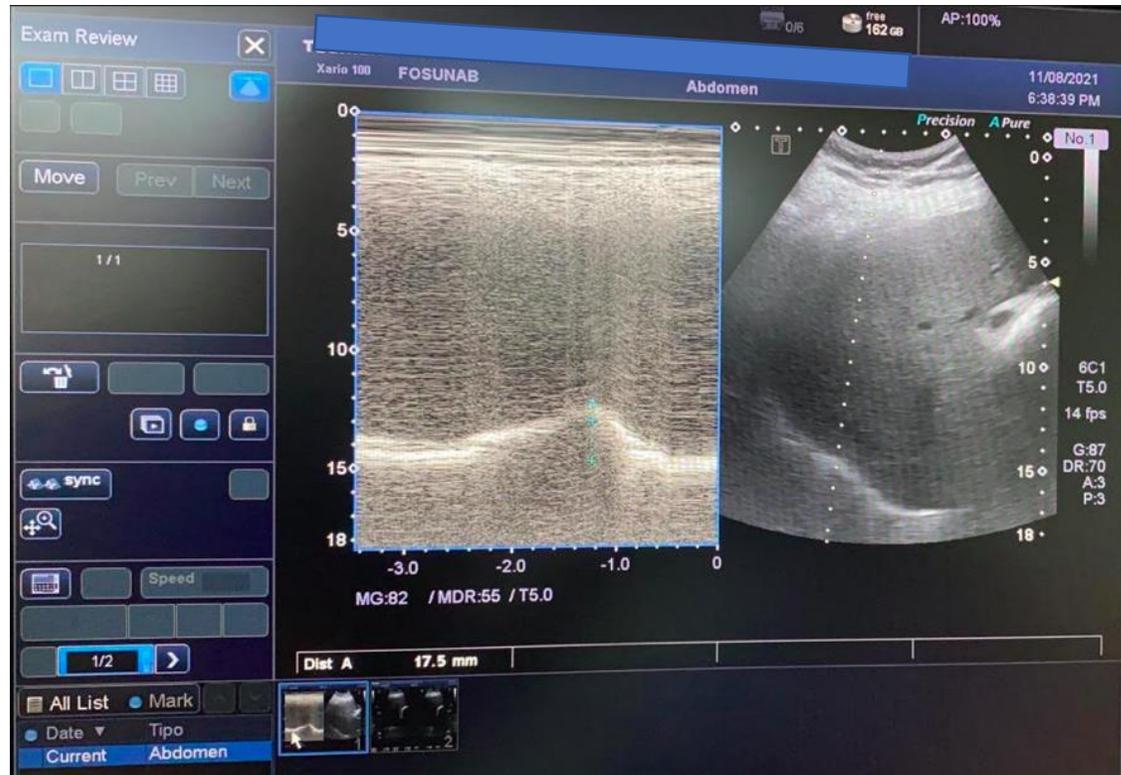
Destete fallido

Reintubación primeras 48 horas

Análisis estadístico de datos y variables

Fuente: Autor.

# Resultados.



Fuente: Autor.

# Resultados - Características población.

Variable	Promedio	RIC	Min – Max (DS)
Edad (años)	62,42	23	22-87(16,85)
APACHE II*	78,23	23	40-131(21,26)
Mortalidad Predicha Apache II %	39,66	24,6	6,42-86,79(18,47)

Género	Frecuencia	%
Femenino	24	39.34%
Masculino	37	60.66%

# Resultados - Grupo diagnóstico y diagnóstico principal.

<u>Grupo Diagnostico</u>	%	FR
COVID – 19	34,43%	21
Quirúrgico-Trauma	31,15%	19
Infeccioso no COVID – 19	18,03%	11
Medico	16,39%	10
<u>Diagnostico Principal</u>		
SDRA	44,26%	27
Choque Séptico	26,23%	16
Choque Hipovolémico	11,48%	7
Choque Cardiogénico	4,92%	31
Neurotrauma	13,11%	8

# Resultados – Características clínicas y laboratorios.

Variable	Promedio	RIC	Min – Max (DS)
pH (mmHg)	7,41	0,07	7,22 – 7,54 (0,06)
PO <sub>2</sub> (mmHg)	92,98	31,3	44,7 – 169,9 (23,44)
HCO <sub>3</sub> (mmHg)	24,88	6,2	13,9 – 34,6 (4,43)
Pa/FiO <sub>2</sub> (mmHg%)	225,84	64	140 – 496 (65,63)
Na (mmol/L)	139,91	6,1	131 – 149 (4,55)
K (mmol/L)	4,09	0,36	2,89 – 5,9 (0,53)
Cl (mmol/L)	103,38	8,5	9,3 – 119,6 (13,43)
Hemoglobina (gr/dl)	10,12	2,2	6,6 – 14 (1,56)
Hematocrito (%)	30,64	6,5	20 – 41 (4,56)
Días de estancia en UCI	25,34	18	3-156 (26,84)
Días de IOT*	13,29	10	2-35 (7,57)

# Resultados – Tipos de fármacos.

Tipo de Droga	% (Fr)
Opioide	98,36% (60)
Benzodiacepina	73,77% (45)
Propofol	26,23% (16)
Relajante NM (RNM)	29,51% (18)
RNM Infusión 48rs	29,51% (18)
Esteroide	34,42% (21)
Esteroides >48Hrs	29,51% (18)
Dexmedetomedina	11,48% (7)
Uso de 1 Fármacos	3,28% (2)
Uso de 2 Fármacos	60,66% (37)
Uso de 3 Fármacos	27,87% (17)
Uso de 4 Fármacos	8,2% (5)

# Resultados – Valoración diafragmática según US.

<b>Variable Diafragmática</b>	<b>Promedio</b>	<b>Min – Max (DS)</b>	<b>Valor Normal</b>
<b>Excursión Diafragmática</b>	16,34 mm	3 – 31,3 (6,16)	>10mm
<b>Grosor Inspiratorio</b>	3,84 mm	1,7 – 8,1 (1,31)	>2mm
<b>Grosor Espiratorio</b>	2,72 mm	1,3 – 6,7 (1,07)	>2mm
<b>Delta del grosor diafragmático (TFdi)</b>	46,8 %	5,9–152 (34,81)	>30%

# Resultados – Disfunción diafragmática según variables.

<b>Variable</b>	<b>% (Fr)</b>	<b>IC 95%</b>
<b>Grosor Inspiratorio</b>	8.2 % (5)	1,11-15,28
<b>Excursión Diafragmática</b>	19,67% (12)	9,4 – 29,93
<b>Delta grosor diafragmático (TFDi)</b>	21,31 % (13)	10,73 – 31,88
<b>Grosor Espiratorio</b>	26,23% (16)	14,87 – 37,58

# Resultados – Finalización del destete ventilatorio.



Variable	% (Fr)	IC 95%
Fracaso Destete	27,87% (17)	16,29 – 39,44
Extubación NO Exitosa	16,39% (10)	6,8 – 25,95

# Resultados – Variables relacionadas con fracaso destete ventilatorio.

<b>Fracaso Destete</b>	<b>OR</b>	<b>IC 95%</b>	<b>Valor p</b>
Días estancia > 25	6,25	2,95 – 13,21	0,000
Uso de Esteroides	1.51	1,50 – 1,51	0,000
Grosor Espiratorio <2 mm	1,40	1,39 – 1,42	0,000
TFdi < 20%	1,01	1,01 – 1,10	0,000

## Resultados – Variables relacionadas con extubación fallida.

<b>Fracaso Extubación</b>	<b>OR</b>	<b>IC 95%</b>	<b>Valor p</b>
<b>Estancia UCI &gt;25 días</b>	22,35	3,12 -160	0,002
<b>Grosor Inspiratorio &lt; 2 mm</b>	2,62	1,18 – 5,85	0,018
<b>Infección</b>	2,73	1,09 – 6,80	0,031
<b>Tfdi</b>	1,01	1,01 – 1,10	0,000
<b>SDRA</b>	0,37	0,16 – 0,83	0,016

# Resultados – Variables relacionadas con éxito extubación.

Variable/Valor	OR	IC 95%	Valor p
Excursión Diafragmática >10 mm	2	0,43 – 9,25	0,375
Grosor Inspiratorio >2mm	1,30	0,13 – 13,07	0,821
Grosor Espiratorio >2mm	0,66	0,12 – 3,49	0,626
<b>Tfdi</b>			
TFdi 20%	2,73	0,64 – 11,60	0,333
TFdi 25%	2,16	0,52 – 8,97	0,286
TFdi 30%	3,60	0,88 – 14,61	0,073

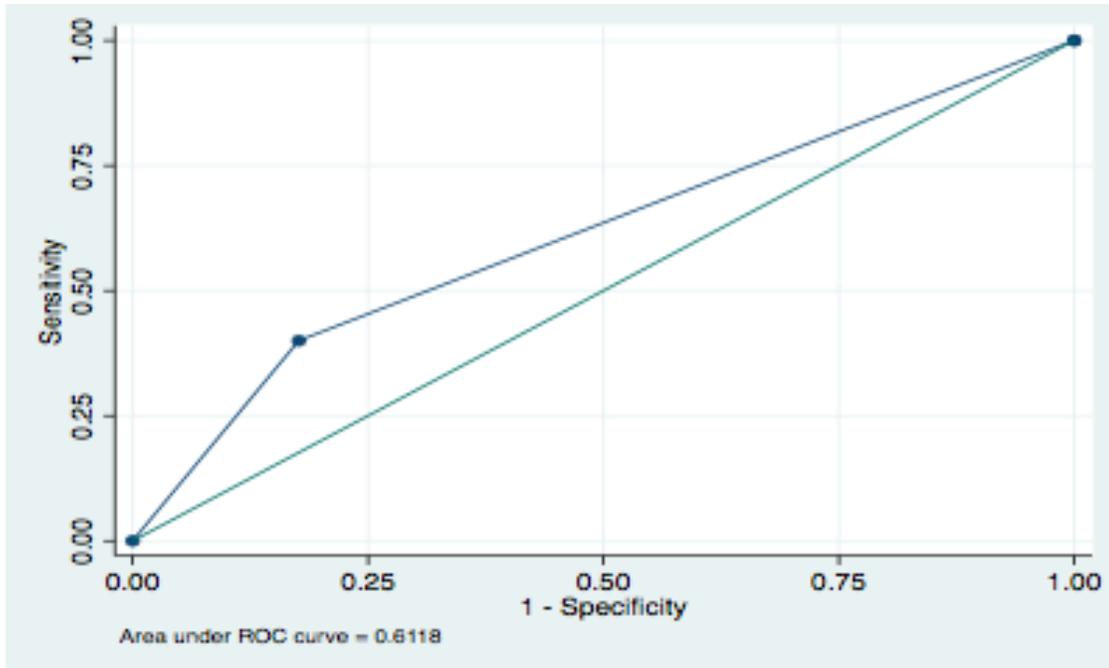
# Resultados – US del diafragma como prueba diagnóstica de extubación.

Variables	Sensibilidad	Especificidad	VPP	VPN	AROC
TFdi <20%	86%	24%	75%	40%	0,6118
TFdi 20-25%	86%	24%	75%	40%	0,5725
TFdi 25-30%	90%	27%	69%	60%	0,6431
TFdi > 30%	88%	21%	57%	60%	0,5843
Excursión diafragmática	86%	25%	82%	30%	0,5618
Grosor Inspiratorio	84%	20%	92%	10%	0,5108
Grosor Espiratorio	82%	13%	73%	20%	0,5373
No Disfunción Diafragmática	86%	40%	94%	20%	0,5706

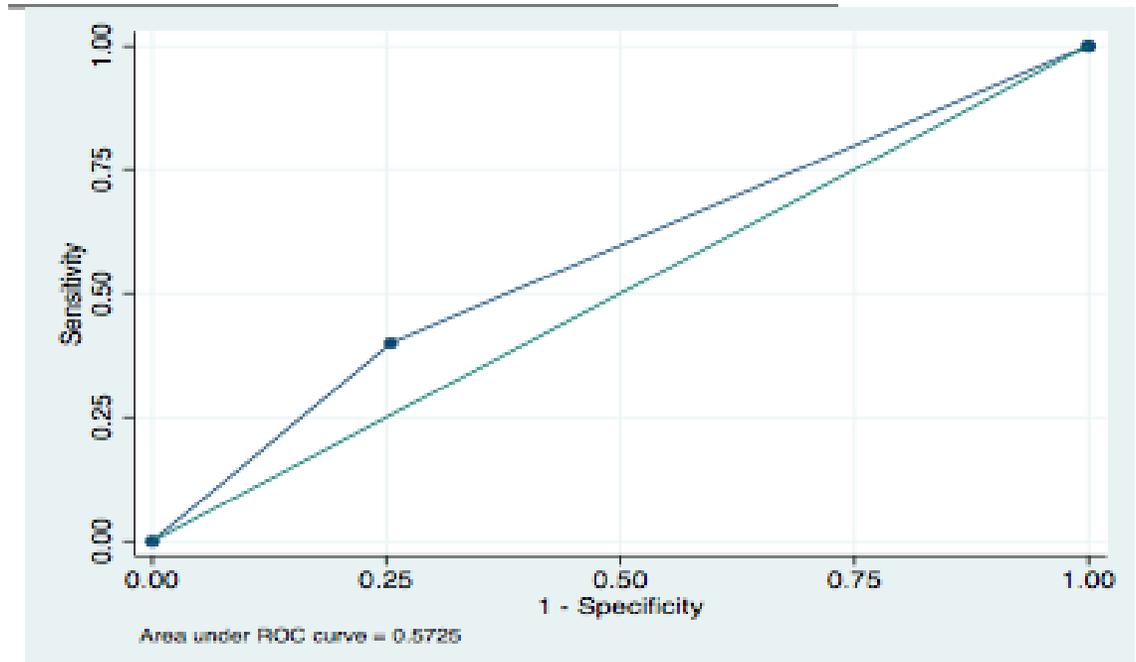
# Resultados.



**TDFi < 20%**

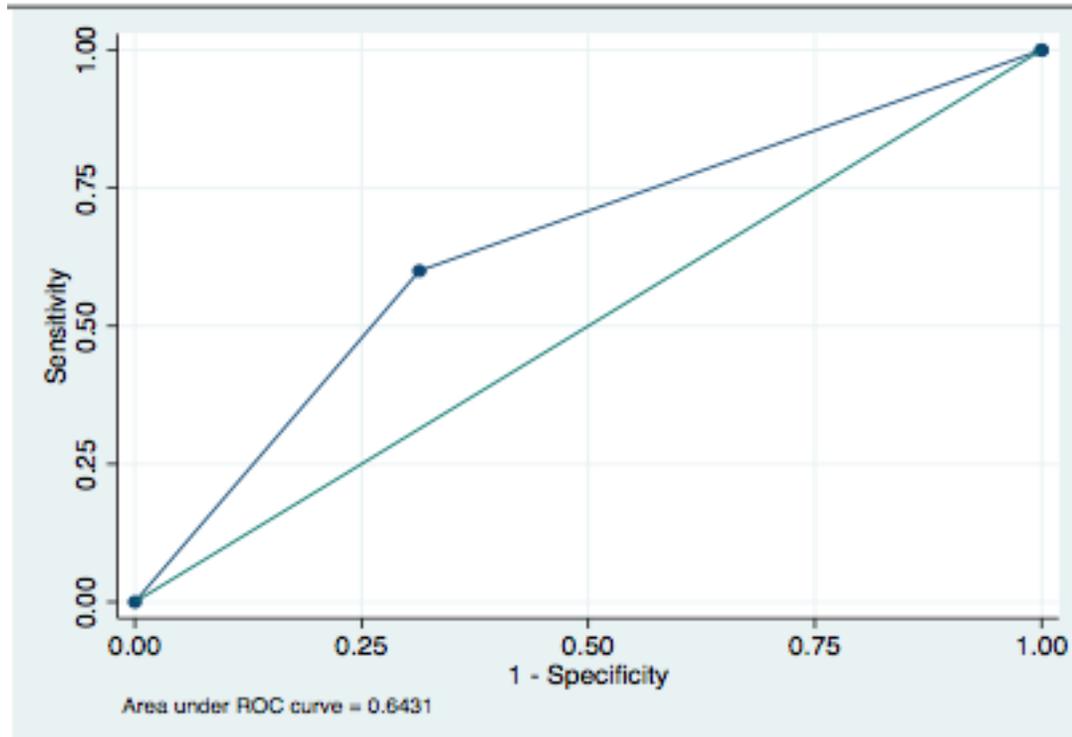


**TFDi < 25%**

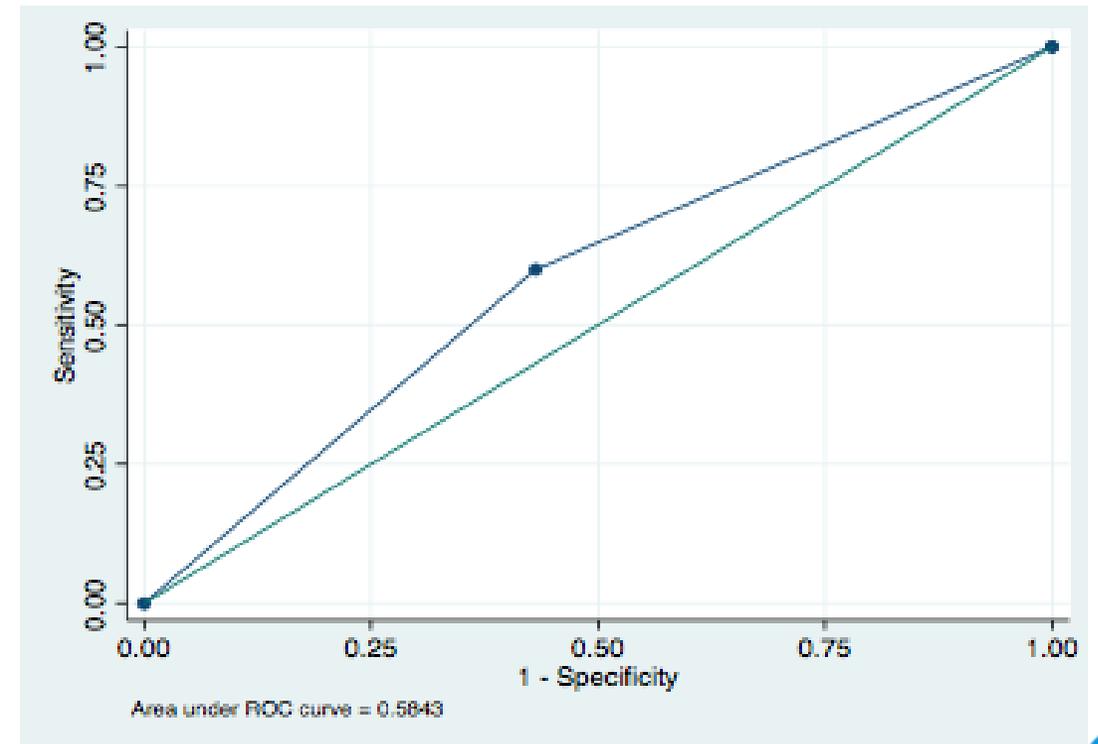


# Resultados.

TDFi < 30%



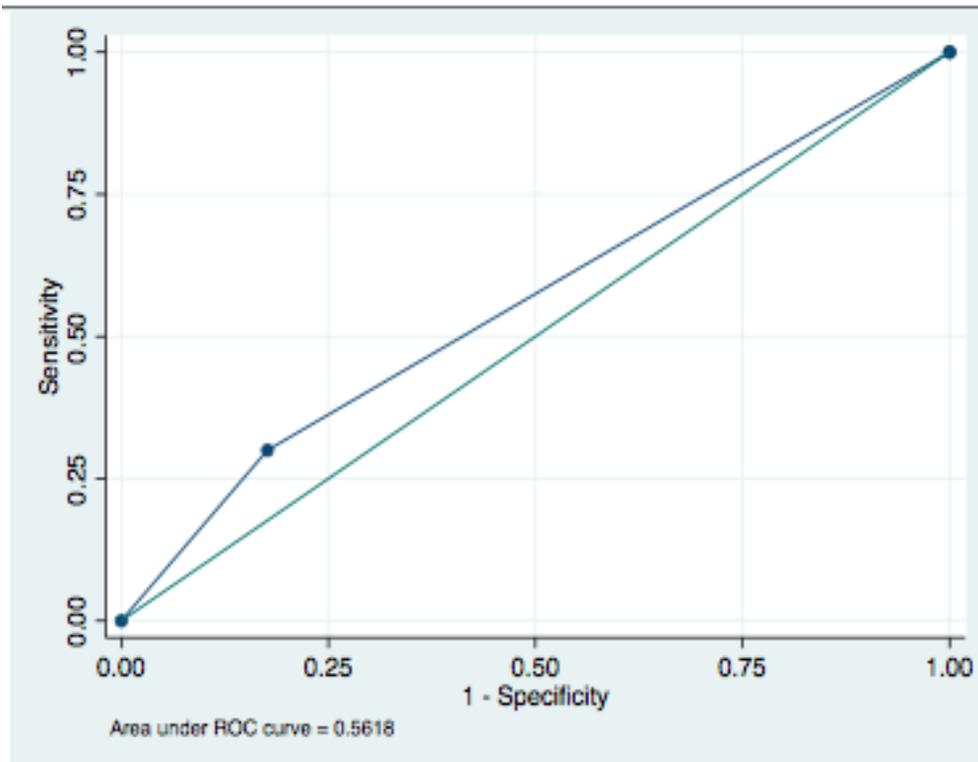
TFDi < 35%



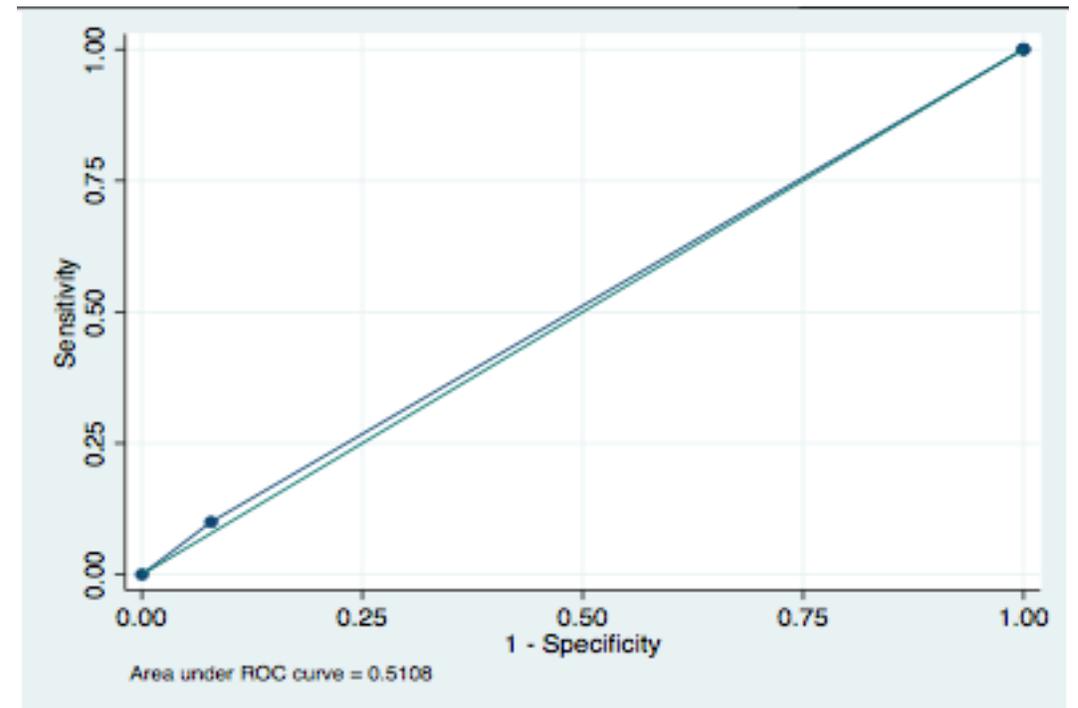
# Resultados.



### Excursión diafragma < 10 mm

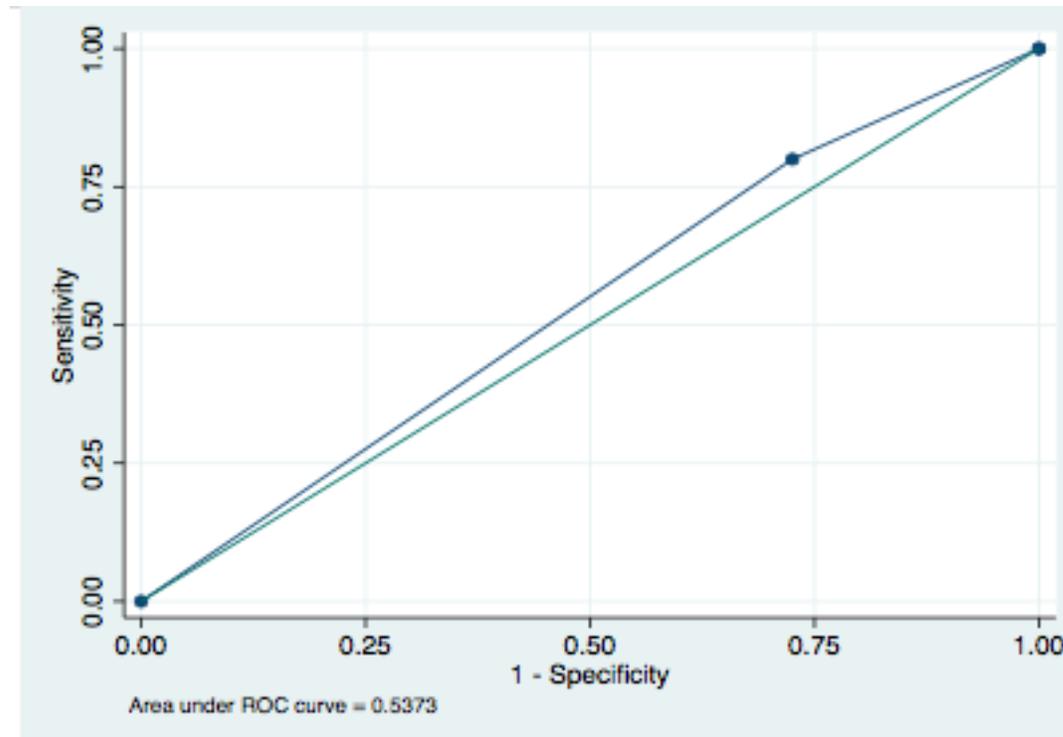


### Grosor inspiratorio

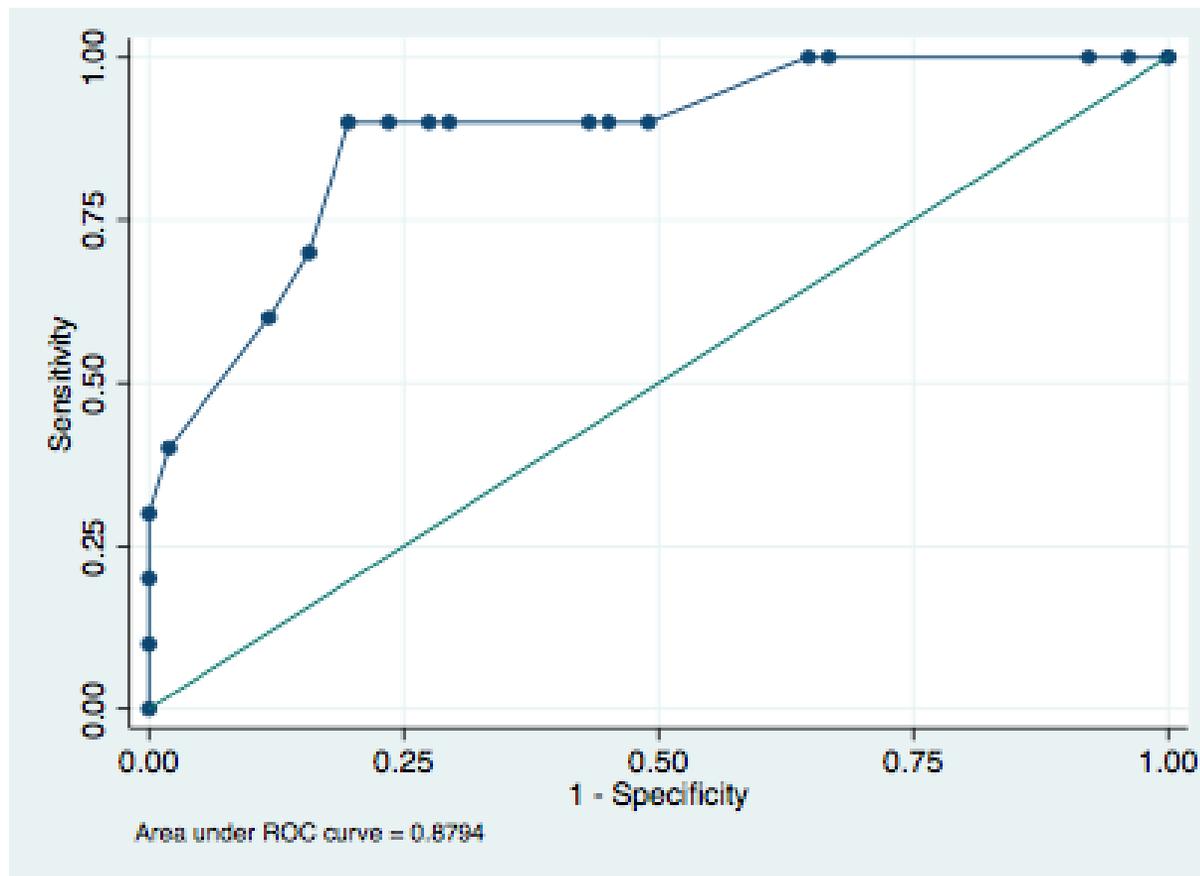


# Resultados.

## Grosor espiratorio



**Modelo con todas las variables (TFDi, grosor y excursión diafragmática) juntas.**



# Discusión

## **Prevalencia Disfunción Diafragmática en nuestro trabajo**

Grosor Insp 8,2% – Excursión  
diafragma 19.67% -  
TFDi 21.31% - Grosor Esp 26.2%

**Valores reportados literatura  
variables:  
23-36%**

## **Estudio Kim y cols:**

82 pacientes.  
Prevalencia disfunción  
diafragmática 29%  
(Excursión < 10 mm)

## **Estudio McCol y cols:**

32 pacientes.  
Prevalencia disfunción del  
diafragma (Tfdi <30%) del 43.7%

# Discusión

**Fracaso durante prueba destete ventilatorio:**  
28.87%

**Fracaso extubación – re intubados < 48 horas:**  
16.39%

**Pacientes con disfunción diafragmática detectada por US que fracasaron en destete del soporte y extubación fallida:**  
18%

**Fracaso en destete y en extubación con US diafragma normal**  
29.5%

# Discusión



**Estudio de DiNino y cols (63 pacientes) TFdi > 30%:**  
**Sensibilidad: 88%; Especificidad: 77% VPP: 91% VPN: 63%**



**Pacientes: EPOC, Falla Cardíaca, Sobredosis, Neumonía, estado pos RCP, Isquemia mesenterica, Meningitis, convulsiones etc. No SDRA.**

**Metanálisis de 16 estudios (816 pacientes)**  
**TFdi - S: 70%; E: 80%**



**Excursión diafragmática – S: 71%, Especificidad: 80%.**

**Nuestro estudio (Pacientes SDRA, SARS CoV2, choque, etc.)**  
**TFDi 25-30%, excursión > 10 mm**



**TDFI: S: 86-90%, VPP: 75-69%**  
**Excursión. S 86% y E: 25%**  
**Éxito extubación**

# Discusión



**Estudio de Gok F y cols.  
62 pacientes**

**TFdi (27.5%)**  
**S: 67.5% E: 66.6%**  
**VVP: 95% VPN: 24%**

**Excursión diafragmática**  
**S: 69% E: 67.4%**  
**VVP: 96% VPN: 27.8%**

# Estudios en Colombia.



- 84 Pacientes, edad > 18 años, VMI 48 horas.
- Evaluación US diafragma prueba respiración espontánea.
- Excursión diafragma, velocidad contracción diafragma, Tfdi; Velocidad contracción diafragma (AROC) 0.70
- Capacidad discriminatoria aceptable. La ultrasonografía podría formar parte de un abordaje multifactorial en el proceso de extubación

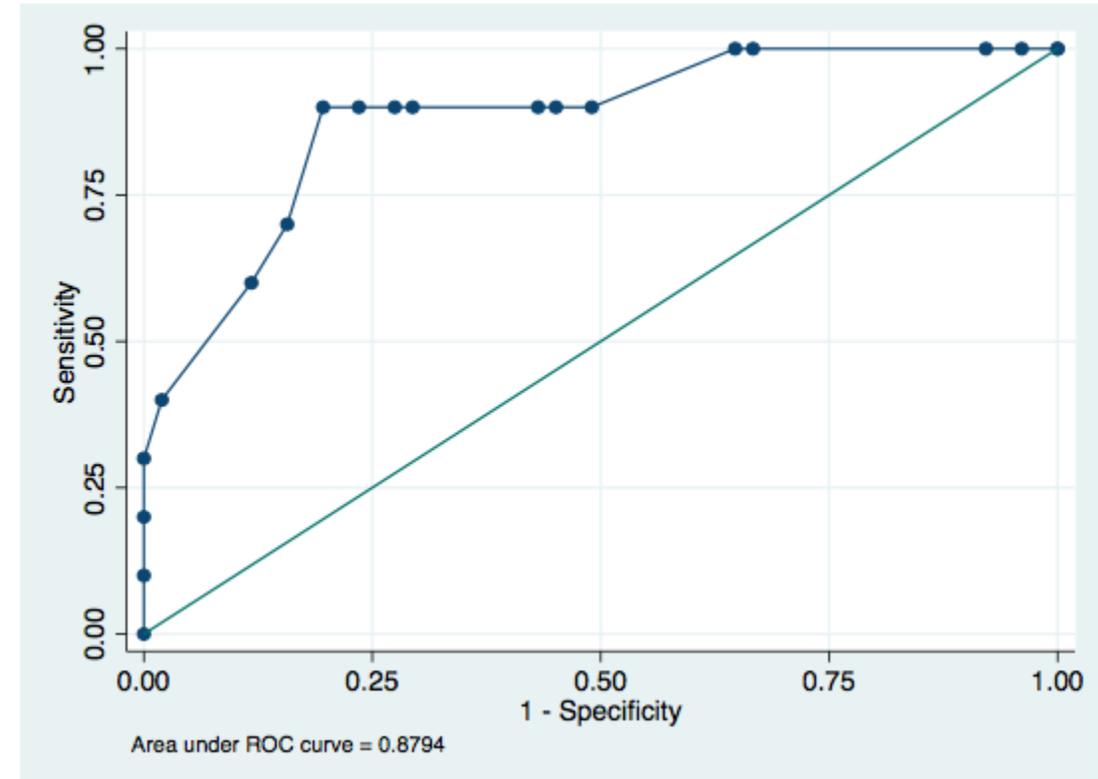
Varón-Vega F, Hernández Á, López M, et al. Usefulness of diaphragmatic ultrasound in predicting extubation success [published online ahead of print, 2019 Dec 20]. Utilidad de la ecografía diafragmática para predecir el éxito en la extubación [published online ahead of print, 2019 Dec 20]. *Med Intensiva*. 2019;S0210-5691

# Discusión

- La sensibilidad y valor predictivo positivo reportada en nuestro trabajo para la TFDi y la excursión diafragmática es similar a la reportada en la literatura, pero la especificidad es más baja.
- Puede ser derivado de la heterogeneidad de los pacientes - Alta prevalencia en nuestro trabajo de pacientes con COVID-19 con uso de esteroides (34%), infusión por largos periodos de relajantes musculares y estancia prolongada en UCI.
- Factores reconocidos asociados con desacondicionamiento, miopatía y también relacionados con el fracaso en el destete y en la extubación

# Discusión

- En el modelo final del área bajo la curva con las mediciones US del diafragma, (TFDi, grosor inspiratorio, espiratorio, excursión del diafragma y el TDFi).
- AROC del 0.87.
- Al tener valores normales de referencia, en conjunto (no como datos aislados) mejoran la capacidad predictiva y discriminativa de predecir éxito en la extubación del paciente.



# Discusión

- Encontramos que el SDRA tiene un RR 0.37 para extubación fallida.
- No hay evidencia que explique, fisiopatológicamente, que esta enfermedad pueda “proteger” al paciente del fracaso para la extubación.
- Se puede asociar con la no realización de destete del soporte ventilatorio y extubación programada en pacientes ventilados con SDRA por tener una intubación prolongada (> 15 días)
- Usualmente, terminan en traqueostomía percutánea.

# Discusión



- La valoración de la actividad diafragmática por US, debe ser completa, reuniendo las mediciones previamente mencionadas en su conjunto.
- Existen varias causas de fracaso en la extubación (ejemplo, disfunción ventricular, edema pulmonar, derrame pleural, deterioro neurológico, desacondicionamiento físico).
- No debe ser lo único a tener en cuenta durante el destete del VMI.

# Discusión

---

## Fortalezas

Tópico de innovación en nuestra región.

---

Evalúa la US del diafragma en pacientes con COVID 19, siendo quizás el primer estudio a nivel regional y nacional que incluye esta clase de pacientes en el marco de la pandemia por SARS CoV2.

---

Refuerza la importancia de la US en el monitoreo respiratorio cotidiano a la cabecera del paciente, necesario para diagnóstico y guiar tratamiento.

---

# Discusión

---

## Debilidades

El número de pacientes.

---

La dependencia del operador que realiza la ultrasonografía.

---

El aumento del uso de medicamentos que pueden tener un impacto directo en la función del diafragma (corticoides, relajantes musculares) esto últimos en infusión por más de 48 horas en pacientes con SDRA.

---

# Conclusión

1. Al realizar el proceso del destete del soporte ventilatorio la medición por medio de ultrasonografía del diafragma de la TFDi, grosor inspiratorio y espiratorio y la excursión del diafragma en conjunto y con valores normales de referencia, predicen éxito en el proceso de extubación.
2. Se necesitan estudios multi céntricos, con mayor número de pacientes y con correlación de la ultrasonografía diafragmática con variables clínicas y fisiológicas para poder predecir mejor el éxito o fracaso en extubación.



GRACIAS.