



---

---

---

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
CENTRO MÉDICO NACIONAL LA RAZA  
UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES  
“DR. ANTONIO FRAGA MOURET”

UTILIDAD DE LA EXCURSIÓN Y EL GROSOR DIAFRAGMÁTICO  
COMO PREDICTORES DE FRACASO EN EL RETIRO DE LA  
VENTILACIÓN MECÁNICA INVASIVA PROLONGADA.

TESIS  
PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN  
MEDICINA CRÍTICA

PRESENTA

Dr. Alvaro Cuj Torres.  
Dra. Arballo Imperial Leslie Alejandra

ASESORES

Dra. Nancy Allin Canedo Castillo.  
Dr. Alejandro Esquivel Chávez.  
Dra. Marissa del Socorro Quintal Ramírez.

Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2020





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

---

Dr. Jesús Arenas Osuna  
Jefe de la División de Educación en Salud  
UMAЕ Hospital de Especialidades “Dr. Antônio Fraga Mouret”  
Centro Médico Nacional La Raza  
Instituto Mexicano del Seguro Social

---

Dr. Alejandro Esquivel Chávez  
Profesor Titular del Curso de Especialización en Medicina Crítica  
Unidad de Cuidados Intensivos  
UMAЕ Hospital de Especialidades “Dr. Antonio Fraga Mouret”  
Centro Médico Nacional La Raza  
Instituto Mexicano del Seguro Social

---

Dr. Alvaro Cuj Torres.  
Residente del Curso de Especialización en Medicina Crítica  
Unidad de Cuidados Intensivos  
UMAЕ Hospital de Especialidades “Dr. Antonio Fraga Mouret”  
Centro Médico Nacional La Raza  
Instituto Mexicano del Seguro Social

---

Dra. Arballo Imperial Leslie Alejandra  
Residente del Curso de Especialización en Medicina Crítica  
Unidad de Cuidados Intensivos  
UMAЕ Hospital de Especialidades “Dr. Antonio Fraga Mouret”  
Centro Médico Nacional La Raza  
Instituto Mexicano del Seguro Social

Número de registro:  
R-2020-3501-183

## INDICE

	Página
Resumen	4
Abstract	5
Antecedentes científicos	6
Pacientes y métodos	11
Resultados	14
Discusión	24
Conclusiones	27
Bibliografía	29

## RESUMEN

### Titulo:

Utilidad de la excursión y el grosor diafragmático como predictores de fracaso en el retiro de la ventilación mecánica invasiva prolongada.

### Objetivo:

Determinar que la excursión (ED) y el grosor diafragmático (GD) son predictores de fracaso al retiro de la ventilación mecánica prolongada posterior a prueba de ventilación en pieza en T.

### Pacientes y método:

Estudio prospectivo, en pacientes con ventilación mecánica prolongada. Se recabaron variables demográficas y clínicas; se midieron ED y GD por USG al final de la prueba pieza T. Se determinó la utilidad de la ED para predecir fracaso en el retiro de VMI (RVMI) mediante curva ROC, sensibilidad (S), especificidad (E) y valores predictivo positivo (VPP) y negativo (VPN). Una  $p < 0.05$  se consideró estadísticamente significativa.

### Resultados:

Analizaron 63 pacientes, edad promedio 54.2 años, 55.6% mujeres. El diagnóstico más frecuente fue neumonía (46%). El 23.8% fracasaron al RVMI. La principal causa de fracaso fue respiratoria (46%). La ED y GD promedio tuvieron área bajo la curva ROC de 0.925. La ED promedio fue  $>10.5$  mm y el grosor diafragmático  $< 2.6$  cm, que tuvo S de 87.5%, E de 80%, VPP de 42% y VPN de 98% para predecir fracaso en el RVMI.

### Conclusiones:

La ED y el GD por USG al final de la PVE pieza en T es útil como predictor de fracaso en el retiro de la VMI. El punto de corte de 10.5 mm en la ED y  $< 2.6$  cm grosor diafragmático tiene adecuada sensibilidad y especificidad.

### Palabras clave:

Ventilación mecánica, retiro de la ventilación mecánica, excursión diafragmática, grosor diafragmático, ultrasonido.

## ABSTRACT

### Title:

Usefulness of excursion and diaphragmatic thickness as predictors of failure to withdraw from prolonged invasive mechanical ventilation.

### Objective:

To determine that excursion (ED) and diaphragmatic thickness (DT) are predictors of failure to withdraw from prolonged mechanical ventilation after T-piece ventilation test.

### Patients and method:

Prospective study in patients with prolonged mechanical ventilation. Demographic and clinical variables were collected; ED and DT were measured by USG at the end of the T-piece test. The usefulness of ED to predict IMV removal failure (IMVR) was determined using ROC curve, sensitivity (S), specificity (E) and positive predictive values. (PPV) and negative (NPV). A  $p < 0.05$  was considered statistically significant.

### Results:

We analyzed 63 patients, mean age 54.2 years, 55.6% women. The most frequent diagnosis was pneumonia (46%). 23.8% failed the IMVR. The main cause of failure was respiratory (46%). The average ED and DT had area under the ROC curve of 0.925. The mean ED was  $> 10.5$  mm and diaphragmatic thickness  $< 2.6$  cm, which had S of 87.5%, E of 80%, PPV of 42% and NPV of 98% to predict failure in the IMRV.

### Conclusions:

The ED and the DT by USG at the end of the PVE T-piece is useful as a predictor of failure in IMV removal. The cut-off point of 10.5 mm in the DE and  $< 2.6$  cm diaphragmatic thickness has adequate sensitivity and specificity.

### Keywords:

Mechanical ventilation, withdrawal of mechanical ventilation, diaphragmatic excursion, diaphragm thickness, ultrasound.

## ANTECEDENTES CIENTÍFICOS

Aproximadamente el 40% de los pacientes ingresados en las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI) necesitan ventilación mecánica invasiva (VMI). Una gran parte de ellos son extubados entre los 2 y 4 días de su instauración, pero hasta un 25% permanecen ventilados mecánicamente más de 7 días.<sup>1</sup> La falla en el retiro de la ventilación es definido como la incapacidad de concluir una prueba de ventilación espontánea de manera repetida o la necesidad de reintubación dentro las primeras 48 horas posterior a la extubación.<sup>2</sup>

Existe, una amplia variabilidad en la literatura internacional a la hora de definir el concepto de ventilación mecánica prolongada y las definiciones existentes están en función del ámbito de su utilización. Mientras para organizaciones como Medicare o Medic Aid, se considera ventilación mecánica prolongada cuando un paciente permanece ventilado más de 21 días durante al menos 6 horas/día<sup>3</sup>, en estudios clínicos los puntos de corte han sido más cortos utilizándose tal definición para los pacientes ventilados más de 48 o más de 96 horas.<sup>4,5</sup>

El retraso en el retiro de la ventilación, puede estar asociado con atrofia diafragmática inducida por la ventilación.<sup>6-7</sup> El desequilibrio entre la carga y la capacidad (la fisiopatología común de falla en el retiro) también puede contribuir a la falla en la extubación. El diafragma es un músculo respiratorio fundamental, cuya disfunción puede ser muy común en pacientes a los que se le realiza VMI.<sup>8</sup>

El diafragma, es el principal músculo de la respiración, es responsable de la ejecución de 30-90% del trabajo respiratorio. Los músculos respiratorios son elementos contráctiles que permiten generar el flujo de aire necesario para el intercambio gaseoso; poseen dos características funcionales fundamentales: fuerza y resistencia; la fuerza está relacionada principalmente con el número de elementos contráctiles, se evalúa con presiones inspiratorias máximas; la resistencia, es la capacidad del músculo de sostener una fuerza contráctil, la cual está relacionada con el flujo sanguíneo muscular, densidad mitocondrial y capacidad oxidativa.

Su contracción hace ascender las costillas inferiores y desplaza con sentido caudal el contenido abdominal. Esto hace disminuir la presión intratorácica lo que favorece a que se establezca un flujo aéreo inspiratorio.<sup>9, 10</sup>

El efecto de la enfermedad crítica sobre la función de los músculos respiratorios es, a menudo un fenómeno generalizado conocido como «debilidad adquirida en UCI». Factores tales como la inflamación sistémica, efectos farmacológicos y la inmovilidad, han sido identificados en la patogénesis de esta entidad; la relevancia clínica radica en el tiempo de apoyo bajo ventilación mecánica asociada considerablemente a disfunción diafragmática inducida por ventilación, neumonía y aumento de la morbilidad y mortalidad.<sup>11</sup>

En un estudio reciente publicado por Jaber y colaboradores se reportó una afección del nervio frénico en 30% de su grupo de estudio, en los primeros 5-6 días con VMI, lo que indica un rápido desarrollo de debilidad diafragmática.<sup>12</sup>

En la última década la comprensión de los mecanismos celulares y moleculares que afectan la dinámica muscular ha sido ampliamente estudiada, entendiéndose que existe un desequilibrio entre la proteólisis y la síntesis de proteínas resultando en pérdida de proteínas contráctiles; además la función proteica muscular se ve afectada por la oxidación y desfosforilación. La inflamación y estrés oxidativo son los principales impulsores de esta disfunción.<sup>13</sup>

Se ha documentado en estudios de animales, atrofia de músculos respiratorios a las 18 horas posteriores al inicio de la VMI; la evidencia en seres humanos se ha demostrado en reportes histopatológicos con atrofia difusa de fibras diafragmáticas en VMI en modo controlado.<sup>4, 15</sup>

La atrofia, puede resultar de la disminución de la síntesis de proteínas o incremento de la degradación de proteínas; existen tres sistemas de proteasas de degradación intracelular de proteínas: proteasas lisosomales, calpaínas y sistema de ubiquitin-proteasoma que se consideran importantes para la proteólisis durante la atrofia muscular degradando las proteínas del citoesqueleto en el músculo. A nivel de las fibras musculares, existen modificaciones de miosina, en estudios experimentales en ratas bajo VMI se produce una disminución considerable de células tipo II, dando lugar a disminución de la fuerza diafragmática.<sup>16</sup>

La presencia de modificaciones oxidativas en el diafragma de ratas sometidas a VMI, es rápida aproximadamente de seis horas. Se ha identificado en estudios experimentales alteración considerable en la actividad biológica de enzimas



antioxidantes como glutatión, superóxido dismutasa, catalasa y la oxigenasa-1 hem durante el proceso de lesión diafragmática; además se limita la actividad oxidativa de los complejos de factor 1 de crecimiento parecido a la insulina (IFG-1), fosfoinositida-3 (PI3K)-Akt y la expresión de ligasas de ubiquitina. Las anomalías estructurales en diferentes componentes subcelulares de fibras diafragmáticas bajo VMI incluyen: disfunción, atrofia de miofibrillas, inflamación a nivel mitocondrial, lipídico y vacuolar.<sup>17</sup>

El diafragma, es el musculo más importante de la respiración y es ampliamente responsable por el cambio en la presión intratorácica. La forma del diafragma, la interacción muscular diafragmática, y la presión transpulmonar determinan la eficiencia del movimiento diafragmático. En equilibrio, la carga impuesta sobre los músculos diafragmáticos por la presión transdiafragmática equilibra la fuerza generada por dicho músculo. La ventilación mecánica, las patologías pulmonares, y la cirugía torácica y abdominal pueden, sin embargo, alterar su función y en este equilibrio. La disfunción diafragmática tiene implicaciones diagnósticas y en el desenlace de pacientes. Esta es asociada con insuficiencia respiratoria, ventilación mecánica prolongada y estancia en UCI prolongada. Por lo tanto, una evaluación precisa y rápida del diafragma es clínicamente útil. El ultrasonido diafragmático es una herramienta no invasiva, fácilmente realizable y confiable en la evaluación cualitativa y cuantitativa de la excursión y su grosor, y puede ser superior al resto de herramientas que buscan evaluarlo.<sup>18</sup>

La ultrasonografía (USG) del diafragma permite su visualización directa y la evaluación de su actividad. La evaluación ultrasonográfica de tanto los parámetros de movilidad del diafragma o de su grosor puede predecir los desenlaces de la extubación. La evaluación de la fracción de engrosamiento del diafragma puede ser de utilidad para evaluar la función diafragmática y su contribución a la carga de trabajo respiratorio.<sup>19</sup>

La excursión diafragmática, el grosor diafragmático (Tdi) al final de la espiración y la fracción de engrosamiento del diafragma (DTF%) es significativamente mayor en aquellos con extubación exitosa comparado con aquellos quienes fracasan (p <0.05). El valor de corte de las medidas diafragmáticas asociadas con retiro de la

ventilación mecánica exitosa es de >10.5 mm para la excursión diafragmática, >21 mm para el Tdi al final de la inspiración, >10.5 mm para el Tdi al final de la espiración, >34,2% para la DTF% con un 87.5%, 77.5%, 80% y 90% de sensibilidad respectivamente y un 71.5%, 86.6%, 50% y 64.3% de especificidad respectivamente. Combinando la excursión diafragmática >10.5 mm y un Tdi al final de la inspiración >21 mm disminuyó la sensibilidad a 64.9% pero incrementa su especificidad al 100%.<sup>19</sup>

La excursión diafragmática en individuos sanos, se ha reportado como valor medio de 4.7 a  $1.8 \pm 0.3$  cm para hombres y para mujeres de 3.7 a  $1.6 \pm 0.3$  cm; los valores de excursión se identificaron por Kim y colaboradores (> 1.8 cm) en pacientes ventilados en maniobras de retiro de ventilación con éxito; en varios estudios no se han identificado diferencias significativas en ambos hemidiafragmas.<sup>20</sup>

Las mediciones del grosor diafragmático se obtienen al final de la inspiración (TEI), como al final de la espiración (TEE), posteriormente con estos valores se aplica la siguiente fórmula para el cálculo del grosor diafragmático (TF),  $TF = (TEI - TEE) / TEE$ , con un valor normal de 2.6 cm.<sup>20</sup>

Existen dos ventanas acústicas para explorar el diafragma las cuales se exploran de la siguiente manera:

1. En la zona de aposición entre el 8° y el 10° espacio intercostal sobre la línea media axilar o axilar anterior, de 0.5 a 2 cm debajo del seno costofrénico. Para obtener una imagen adecuada del grosor diafragmático se debe utilizar un transductor lineal de alta frecuencia (>10 MHz). A una profundidad de 1.5 a 3 cm se pueden identificar fácilmente dos líneas ecogénicas paralelas: la línea más cercana es la pleura parietal y la otra más profunda es el peritoneo. El diafragma es la estructura menos ecogénicas entre estas dos líneas. Este abordaje es utilizado para evaluar el espesor del diafragma y su engrosamiento durante la inspiración, usualmente en el modo M. En pacientes sanos con respiración espontánea el grosor normal del diafragma sobre la zona de aposición es de  $1.7 \pm 0.2$  mm durante la relajación e incrementa a  $4.5 \pm 0.9$  mm durante la inspiración sostenida al alcanzar la capacidad pulmonar total (TLC).<sup>21</sup>

2. En el área subcostal, entre la línea media claviclar y la axilar anterior, usando el hígado o el bazo como ventanas acústicas. Tanto el transductor cardíaco o el abdominal (2 – 5 MHz) puede ser usado. El diafragma es identificado como una línea hiperecogénica (producida por la pleura estrechamente adherida al musculo) que evalúa el transductor durante la inspiración. La excursión inspiratoria puede ser fácilmente medido en modo M. En pacientes sanos durante la respiración espontanea en reposo, la excursión diafragmática inspiratoria se encontró de  $1.34 \pm 0.18$  cm. Una excursión inspiratoria negativa indica un movimiento diafragmático paradójico y se asoció con parálisis diafragmática y uso de músculos accesorios respiratorios.<sup>21</sup>

Massimo y colaboradores hallaron en su meta análisis que la evaluación ultrasonográfica del diafragma es una herramienta útil y precisa para diagnosticar disfunción diafragmática con un valor de corte de 10 a 14 mm para la excursión diafragmática y 30 a 36% para la fracción de engrosamiento, así como en otro estudio una correlación lineal entre la atrofia diafragmática diagnosticada por ultrasonido y la carga del trabajo respiratorio durante el soporte ventilatorio.<sup>21, 22</sup>

A su vez, Lerolle y colaboradores hallaron una sensibilidad del 100% y una especificidad del 85% para diagnosticar disfunción diafragmática, comparando una excursión diafragmática en inspiración máxima <25 mm con la medición del índice de Gilbert de la presión transdiafragmática.<sup>23</sup>

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se efectuó en un estudio prospectivo, transversal, observacional y analítico, en la UCI, UMAE Hospital de Especialidades “Dr. Antonio Fraga Mouret”, Centro Médico Nacional La Raza, IMSS. Ciudad de México, del 01 de diciembre del 2019 al 1 de junio del 2020. La población de estudio fueron pacientes que cumplían con la definición de ventilación mecánica prolongada y que fueron sometidos a protocolo de extubación. Se calculó un tamaño de la muestra de 63 pacientes, la cual se obtuvo con los pacientes que ingresaron a la UCI con VMI o que requirieron soporte ventilatorio durante su estancia en UCI durante más de 48 horas a los que posteriormente se les realizó protocolo de retiro de la VMI mediante prueba de ventilación espontánea en pieza en T.

Una vez que el paciente cumplió con los criterios de inclusión del estudio, se recabaron en las primeras 24 horas las siguientes variables demográficas y clínicas: sexo, edad, peso, comorbilidades, fecha de ingreso al hospital, fecha de ingreso a la UCI, tiempo de hospitalización previo al ingreso a la UCI, motivo de ingreso a la UCI, tipo de paciente (médico o quirúrgico), presencia de disfunción orgánica evaluada mediante la escala SOFA y gravedad de la enfermedad mediante la escala de APACHE II.

Al momento que el médico tratante del paciente consideró oportuno realizar protocolo de retiro de la ventilación mecánica con prueba de ventilación espontánea en pieza en T se realizó la evaluación ultrasonográfica del diafragma y se determinó la excursión y el grosor diafragmático a los 30 minutos de iniciada la prueba de ventilación espontánea (PVE), el equipo utilizado fue el ultrasonido de marca Philips

modelo Affiniti 50G con el transductor convexo C2-5, y la decisión del resultado de la PVE (éxito o fracaso) y del retiro de la VMI se dejó a criterio del médico tratante. Así mismo se realizaron mediciones intra e interobservacionales. Una vez retirada la VMI se evaluaron las siguientes 48 horas en donde se determinó fracaso o éxito del retiro de la VMI. Finalmente se registraron los días de estancia en la UCI y el estado del paciente al egreso de la UCI (vivo o muerto).

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las variables nominales y/o categóricas se expresaron como porcentajes. Las variables continuas se expresaron como promedio  $\pm$  desviación estándar para los datos con distribución normal y como medianas con rango intercuartilar (RIC) para los que tuvieron distribución libre. La normalidad de los datos cuantitativos se determinó mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov.

Para la comparación de los datos paramétricos se utilizó la prueba T de Student y con la prueba de U de Mann-Whitney se compararon los datos no paramétricos. Para el caso de las variables categóricas se compararon mediante la prueba Chi cuadrada. La identificación del punto de corte del valor de la excusión y el grosor diafragmáticos para predecir fracaso en el retiro de la VMI se realizó mediante análisis de la curva ROC (receiver operating characteristics curve, por sus siglas en inglés) con su correspondiente intervalo de confianza del 95% (IC95%). En todos los casos, un valor de  $p < 0.05$  será considerado estadísticamente significativo.

El análisis de los datos se realizó utilizando el Statistical Package for Social Science versión 20.0 para Windows (IBM SPSS Statistics v.20.0 para Windows, Armonk, NY).

## RESULTADOS.

Durante el periodo de estudio, 312 pacientes ingresaron a la UCI. De ellos, 234 (75%) ingresaron por sepsis, resto de otras patologías 78 (25%). Requhirieron VMI 113 pacientes y de estos 63 pacientes tuvieron VMI por más de 48 horas y cumplieron con los criterios de inclusión al estudio.

Treinta y dos (55.6%) pacientes fueron del sexo femenino, la edad promedio fue de  $54.2 \pm 17.8$  años y el IMC fue en promedio de  $28.6 \pm 5$  kg/m<sup>2</sup> (Tabla 1).

Las comorbilidades más frecuentes se muestran en la Tabla 2, destacan hipertensión arterial sistémica (57.1%), dislipidemia (55.6%), inmunosupresión (46%) y diabetes mellitus tipo 2 (38.1%).

El promedio de la calificación APACHE II fue de  $21.1 \pm 5.5$  y la mediana de la calificación SOFA al ingreso a la UCI fue de 8 (RIC 7 - 10). La duración promedio de la VMI previo a la realización de la PVE pieza en T fue de  $7.3 \pm 3.9$  días. Dieciocho pacientes (28.6%) presentaron disminución de la ED, que se catalogó como disfunción del diafragma. El 23.8% de los pacientes fracasaron al retiro de la VMI y la principal causa de fracaso fue respiratoria (46.7%), seguida de cardiológica (33.3%). La duración total de la VMI fue en promedio de  $8.1 \pm 4.7$  días, la estancia en la UCI fue en promedio de  $7.9 \pm 4.5$  días y la mortalidad fue del 18.7%. El resto de las variables demográficas y clínicas se muestran en la Tabla 1.

En la gran mayoría de los pacientes (98.4%) la PVE se realizó con pieza en T y la mediana de la duración de la PVE fue de 60 (RIC 34 - 100) minutos. Al final de la PVE el índice f/Vt promedio fue de  $55.3 \pm 17.8$  respiraciones por minuto/mL, la PIM promedio fue de  $-29 \pm 8.6$  cmH<sub>2</sub>O y la relación PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> promedio fue de  $234.7 \pm$

60. El promedio de la EDD fue de  $11.2 \pm 3.9$  mm, de la EDI fue de  $10.3 \pm 3.5$  mm, y de la EDP fue de  $10.5 \pm 3.4$  mm (Tabla 3).

En la Tabla 4 se muestra la comparación de las variables demográficas y clínicas entre los pacientes con éxito o fracaso en el retiro de la VMI. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos, a excepción de la duración total de la VMI, la cual fue mayor en los pacientes con fracaso en el retiro de la VMI en comparación con los pacientes que se retiraron exitosamente ( $12.3 \pm 5$  vs  $6.9 \pm 3.9$  días, respectivamente,  $p = 0.001$ ).

La Tabla 5 muestra la comparación de las variables ventilatorias entre los grupos. No hubo diferencias estadísticamente significativas en el tipo y duración de la PVE, PIM y relación  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  entre los grupos. El índice  $f/V_t$ , aunque estuvo dentro de valores normales en ambos grupos, fue significativamente menor en los pacientes con retiro exitoso en comparación con los pacientes que fracasaron ( $52.3 \pm 14.1$  vs  $65.1 \pm 24.4$  respiraciones por minuto/mL, respectivamente,  $p = 0.013$ ). Por otro lado, tanto la EDD como la EDI y la ED promedio fueron significativamente menores en los pacientes que fracasaron, en comparación con los pacientes con retiro exitoso de la VMI (EDD  $14.7 \pm 1.9$  vs  $19.7 \pm 3.6$  mm, respectivamente,  $p = 0.001$ ; EDI  $14.3 \pm 1.8$  vs  $19.1 \pm 3.2$  mm, respectivamente,  $p = 0.001$ ; ED promedio  $14.9 \pm 1.6$  vs  $19.4 \pm 3.1$  mm, respectivamente,  $p = 0.001$ ).

La ED promedio tuvo buena capacidad discriminativa para identificar a los pacientes con fracaso en el retiro de la VMI, con un área bajo la curva ROC de 0.925 (IC95% 0.858 - 0.992). Mediante el análisis de la curva ROC y utilizando el índice de Youden, se identificó un punto de corte de 10.6 mm en la ED (Figura 1). Este valor



de ED tuvo S de 87.5%, E de 80%, VPP de 42% y VPN de 98% para predecir fracaso en el retiro de la VMI. La RVP fue de 4.4 (IC95% 2.3 - 7.9) y la RVN fue de 0.2 (IC96% 0.1 - 0.5).

Para identificar posibles factores (sexo, obesidad, infección pulmonar o involucro del diafragma) que pudieran interferir con la ED y por lo tanto con la posibilidad de éxito o fracaso en el retiro de la VMI, se compararon las variables ventilatorias y la ED entre hombres y mujeres, obesos y no obesos, pacientes con y sin neumonía y pacientes con y sin involucro del diafragma como parte de su patología. En ninguno de los casos y en ninguna de las variables analizadas se encontraron diferencias estadísticamente significativas (Tabla 6).

En la Tabla 4 se muestra la comparación de las variables demográficas y clínicas entre los pacientes con éxito o fracaso en el retiro de la VMI. No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos, a excepción de la duración total de la VMI, la cual fue mayor en los pacientes con fracaso en el retiro de la VMI en comparación con los pacientes que se retiraron exitosamente ( $12.3 \pm 5$  vs  $6.9 \pm 3.9$  días, respectivamente,  $p = 0.001$ ).

La Tabla 5 muestra la comparación de las variables ventilatorias entre los grupos. No hubo diferencias estadísticamente significativas en el tipo y duración de la PVE, PIM y relación  $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$  entre los grupos. El índice  $f/V_t$ , aunque estuvo dentro de valores normales en ambos grupos, fue significativamente menor en los pacientes con retiro exitoso en comparación con los pacientes que fracasaron ( $52.3 \pm 14.1$  vs  $65.1 \pm 24.4$  respiraciones por minuto/mL, respectivamente,  $p = 0.013$ ). Por otro lado, tanto la EDD como la EDI y la ED promedio fueron significativamente menores en

los pacientes que fracasaron, en comparación con los pacientes con retiro exitoso de la VMI (EDD  $11.2 \pm 1.9$  vs  $19.7 \pm 3.6$  mm, respectivamente,  $p = 0.001$ ; EDI  $10.3 \pm 1.8$  vs  $19.1 \pm 3.2$  mm, respectivamente,  $p = 0.001$ ; ED promedio  $10.6 \pm 1.6$  vs  $19.4 \pm 3.1$  mm, respectivamente,  $p = 0.001$ ).

La ED promedio tuvo buena capacidad discriminativa para identificar a los pacientes con fracaso en el retiro de la VMI, con un área bajo la curva ROC de 0.925 (IC95% 0.858 - 0.992). Mediante el análisis de la curva ROC y utilizando el índice de Youden, se identificó un punto de corte de 10.6 mm en la ED (Figura 1). Este valor de ED tuvo S de 87.5%, E de 80%, VPP de 42% y VPN de 98% para predecir fracaso en el retiro de la VMI. La RVP fue de 4.4 (IC95% 2.3- 7.9) y la RVN fue de 0.2 (IC96% 0.1 - 0.5).

Tabla 1. Características demográficas y clínicas de la población estudiada

n	63
Sexo femenino, n (%)	35 (55.6)
Edad (años)	54.2 ± 17.8
Índice de masa corporal (kg/m <sup>2</sup> )	28.6 ± 5
Diagnóstico de ingreso a la UCI, n (%)	
Neumonía	29 (46)
Peritonitis	16 (25.4)
Infección de vías urinarias	8 (12.7)
Infección de tejidos blandos	6 (9.5)
Otros.	4 (6.3)
Calificación APACHE II	21.1 ± 5.5
Calificación SOFA al ingreso a la UCI *	8 (7 - 10)
Días de VM previo a la PVE	7.3 ± 3.9
Calificación SOFA al inicio de la PVE *	4 (3 - 6)
Fracaso en el retiro de la VM, n (%)	15 (23.8)
Causas de fracaso, n (%)	
Respiratoria	7 (46.7)
Cardiológica	5 (33.3)
Neurológica	3 (20)
Tiempo de reinicio de la VM (horas)	30.3 ± 21.9
Tipo de VM utilizada posterior al fracaso, n (%)	
Invasiva	12 (80)
No invasiva	3 (20)
Duración de la VMI posterior al fracaso (días)	4.2 ± 3.7
Duración de la VMNI posterior al fracaso (horas)	19.3 ± 9.9
Duración total de la VM (días)	8.1 ± 4.7
Días de estancia en la UCI	7.9 ± 4.5
Defunción en la UCI, n (%)	3 (18.7)

UCI = unidad de cuidados intensivos, APACHE = acute physiologic and chronic health evaluation, SOFA = sequential organ failure assessment, VM = ventilación mecánica, VMI = ventilación mecánica invasiva, VMNI = ventilación mecánica no invasiva

\* Mediana (rango intercuartilar)

Tabla 2. Frecuencia de comorbilidades en la población estudiada

	n	%
Hipertensión arterial sistémica	36	57.1
Dislipidemia	35	55.6
Inmunosupresión	29	46
Diabetes mellitus tipo 2	24	38.1
Complicaciones de diabetes mellitus tipo 2	22	34.9
Cardiopatía isquémica	18	28.6
Insuficiencia cardiaca congestiva	17	27
Enfermedad arterial periférica	13	20.6
Insuficiencia renal crónica	12	19
RCP previo a ingreso a UCI	6	9.5
Hipotiroidismo	3	4.8
Lupus eritematoso sistémico	3	4.8
Enfermedad del tejido conectivo	2	3.2
Otras	23	36.5

RCP = reanimación cardiopulmonar, UCI = unidad de cuidados intensivos

Tabla 3. Variables ventilatorias en la población estudiada

PVE con pieza en T, n (%)	62 (98.4)
Duración de la PVE (minutos) *	60 (34 - 100)
f/Vt (Resp. x min/mL)	55.3 ± 17.8
PIM (cmH <sub>2</sub> O)	-29 ± 8.6
Relación PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub>	234.7 ± 60
EDD (mm)	11.2 ± 3.9
EDI (mm)	10.3 ± 3.5
EDP (mm)	10.5 ± 3.4

PVE = prueba de ventilación espontánea, f/Vt = relación entre la frecuencia respiratoria y el volumen corriente, PIM = presión inspiratoria máxima, PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> = relación entre la presión arterial de oxígeno y la fracción inspirada de oxígeno, EDD = excursión diafragmática derecha, EDI = excursión diafragmática izquierda, EDP = excursión diafragmática promedio

\* Mediana (rango intercuartilar)

Tabla 4. Comparación de las características demográficas y clínicas entre los pacientes con éxito o fracaso en el retiro de la ventilación mecánica

	Éxito	Fracaso	p
n (%)	48 (76.2)	15 (23.8)	
Sexo femenino, n (%)	29 (60.4)	6(40)	0.165
Edad (años)	54.4 ± 17.7	53.6 ± 18.6	0.887
Índice de masa corporal (kg/m <sup>2</sup> )	28.4 ± 4.7	29.2 ± 5.9	0.631
Diagnóstico de ingreso a la UCI, n (%)			
Neumonía	19 (39.6)	10 (66.7)	
Peritonitis	13 (27.1)	3 (20)	0.402
Infección de vías urinarias	7 (14.6)	1 (6.7)	
Infección de tejidos blandos	5 (10.4)	1 (6.7)	
Otros	4 (8.3)	0	
Calificación APACHE II	20.7 ± 5.3	22.7 ± 5.8	0.199
Calificación SOFA al ingreso a la UCI	8 (7 - 10)	8 (7 - 10)	0.852 *
Días de VM	6.8 ± 3.9	8.7 ± 3.8	0.107
Calificación SOFA al inicio de la PVE	4 (2.3 - 5)	4 (3 - 7)	0.632 *
Duración total de la VM (días)	6.9 ± 3.9	12.3 ± 5	0.001
Días de estancia en la UCI	7.8 ± 4.5	8.5 ± 4.7	0.604
Defunción en la UCI, n (%)	1 (2.1)	2 (13.3)	0.074

UCI = unidad de cuidados intensivos, APACHE = acute physiologic and chronic health evaluation, SOFA = sequential organ failure assessment, VM = ventilación mecánica

\* U de Mann-Whitney

Figura 1.

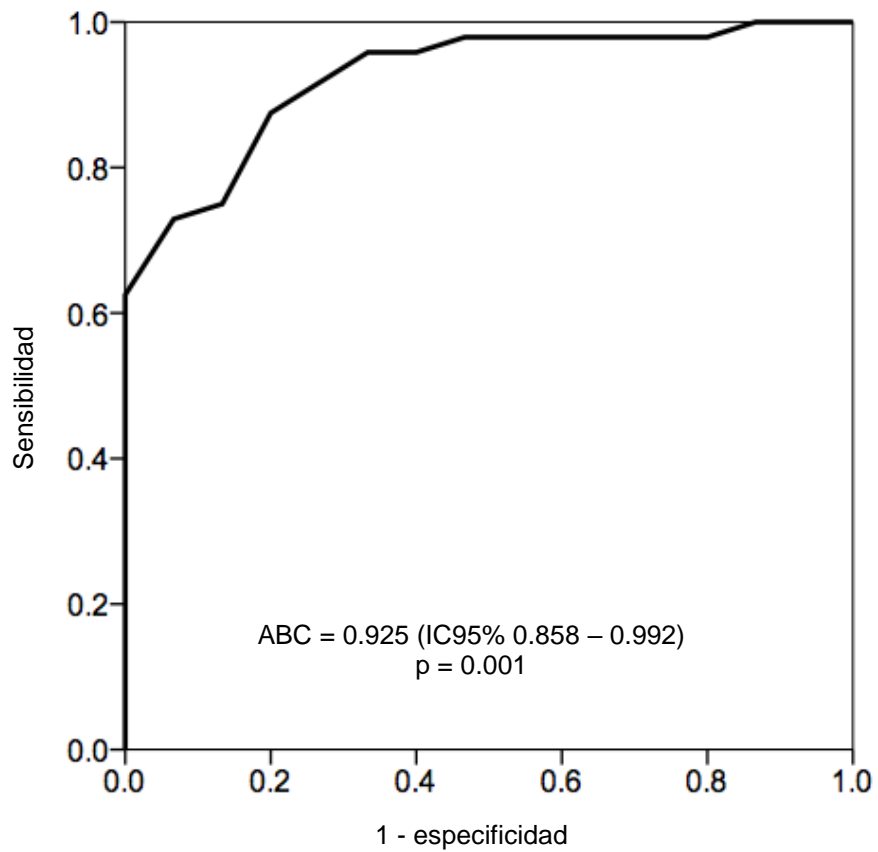


Fig. 1. Área bajo la curva ROC de la excusión diafragmática promedio para predecir éxito en el retiro de la ventilación mecánica  
AUC = área bajo la curva ROC, IC95% = intervalo de confianza del 95%

Tabla 6. Comparación de la excursión diafragmática de acuerdo a diferentes variables confusoras

	Sexo			IMC		
	Masculino	Femenino	p	≤30	>30	p
n (%)	28 (44.4)	35 (55.6)		41 (65.1)	22 (34.9)	
f/Vt (Resp x min/Vt)	59.1 ± 17.9	52.3 ± 17.3	0.133	57.2 ± 19.8	51.8 ± 12.7	0.196
PIM (cmH <sub>2</sub> O)	-28.1 ± 6.9	-29.8 ± 10	0.588	-27.7 ± 9.1	-32 ± 6.8	0.216
Relación PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub>	231 ± 58	237.7 ± 62.2	0.664	241.5 ± 63.8	222.1 ± 51.2	0.226
EDD (mm)	11.2 ± 3.3	10.1 ± 4.3	0.29	11.3 ± 3.5	11.2 ± 4.5	0.580
EDI (mm)	10.6 ± 3.3	10 ± 3.7	0.265	12. ± 3.4	10.3 ± 3.9	0.373
EDP (mm)	10.6 ± 2.9	10.5 ± 3.9	0.334	10.2 ± 3.2	10.4 ± 3.8	0.867

IMC = índice de masa corporal, f/Vt = relación entre la frecuencia respiratoria y el volumen corriente, PIM = presión inspiratoria máxima, PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> = relación entre la presión arterial de oxígeno y la fracción inspirada de oxígeno, EDD = excursión diafragmática derecha, EDI = excursión diafragmática izquierda, EDP = excursión diafragmática promedio

Tabla 6 (continuación). Comparación de la excursión diafragmática de acuerdo a diferentes variables confusoras

	Neumonía			Disfunción diafragmática		
	Si	No	p	Si	No	p
n (%)	34 (54)	29 (46)		52 (82.5)	11 (17.5)	
f/Vt (Resp x min/Vt)	58.1 ± 20.1	53 ± 15.4	0.27	56.6 ± 17.9	55 ± 17.9	0.789
PIM (cmH <sub>2</sub> O)	-31.7 ± 12	-27.2 ± 4.9	0.244	-26.3 ± 7.4	-29.4 ± 8.8	0.501
Relación PaO <sub>2</sub> /FiO <sub>2</sub>	233.8 ± 65.4	235.5 ± 56	0.913	231.4 ± 54	235.4 ± 61.7	0.84
EDD (mm)	11.2 ± 4.2	10.1 ± 3.6	0.986	11.3 ± 3.7	11.2 ± 3.9	0.359
EDI (mm)	10.6 ± 3.9	10 ± 3.3	0.798	12 ± 3	10.3 ± 3.7	0.747
EDP (mm)	10.6 ± 3.8	10.4 ± 3.1	0.943	10.2 ± 2.4	10.4 ± 3.6	0.571

f/Vt = relación entre la frecuencia respiratoria y el volumen corriente, PIM = presión inspiratoria máxima, PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> = relación entre la presión arterial de oxígeno y la fracción inspirada de oxígeno, EDD = excursión diafragmática derecha, EDI = excursión diafragmática izquierda, EDP = excursión diafragmática promedio



## DISCUSIÓN

La VMI es un sistema de apoyo para la función respiratoria de uso frecuente en los pacientes que ingresan a la UCI.<sup>23</sup> En este estudio, 113 pacientes que ingresaron a la unidad de cuidados intensivos, requieren VMI en algún momento de su estancia en la misma y el 46.6% requirieron apoyo ventilatorio por más de 48 horas.

El uso de VMI se asocia con complicaciones como infección pulmonar, lesión de la vía aérea y disfunción diafragmática. Por ello, la VMI debe retirarse lo más pronto posible. El retiro prematuro de la VMI también conlleva riesgos como hipoxemia, acidosis respiratoria y muerte.<sup>6</sup> Bajo este escenario, la identificación del momento oportuno para retirar la VMI sigue siendo un reto para los clínicos.

En los pacientes con apoyo ventilatorio prolongado, el retiro de la VMI es un proceso lento y difícil que puede consumir hasta el 40% del tiempo total de duración de la VMI.<sup>18</sup> Además, 1 de cada 3 pacientes (30%) fracasan al retiro del ventilador aun cuando hayan pasado una PVE. En nuestro estudio, los pacientes fueron retirados del ventilador posterior a pasar una PVE y el 23.8% de ellos fracasaron al retiro, lo cual está de acuerdo con lo reportado en la literatura.

Una de las principales causas de fracaso en el retiro del ventilador es la disfunción diafragmática.<sup>19</sup> El diafragma es el principal músculo respiratorio y contribuye a generar hasta el 70% del volumen corriente en cada ventilación,<sup>17</sup> de tal manera que la disfunción de este músculo contribuye de manera relevante a la imposibilidad para lograr la desconexión del ventilador. Por esta razón, recientemente se ha puesto énfasis en la valoración de la función diafragmática para determinar si el enfermo está en condiciones de ventilar espontáneamente y poder ser retirado del

ventilador.<sup>21</sup> En nuestro estudio, un poco más de una cuarta parte de los pacientes (28.6%) desarrollaron disfunción diafragmática durante su estancia en la UCI.

El USG ha demostrado ser una excelente herramienta para evaluar la función diafragmática, ya sea a través de la medición del grosor del diafragma o de su excursión durante el ciclo respiratorio.<sup>17</sup> En este estudio, nosotros evaluamos la utilidad de la ED como predictor de fracaso en el retiro de la VMI. Encontramos que los pacientes que fracasaron en el retiro tuvieron ED significativamente menor en comparación con las pacientes que tuvieron retiro exitoso. Esto está de acuerdo con los reportado por Ferrari y colaboradores,<sup>18</sup> quienes reportaron que la ED mostró una diferencia significativa entre pacientes con éxito a fracaso al retiro de la VMI. Además, notamos que la disminución de la ED es un fenómeno bilateral y que la magnitud de la disminución de la ED es similar en ambos lados.

Por otro lado, encontramos que la medición ultrasonográfica de la ED al final de la PVE tuvo excelente capacidad discriminativa para identificar aquellos pacientes que fracasarán al retiro del ventilador, con área bajo la curva ROC de 0.925. Este valor de área bajo la curva ROC es algo mayor a lo reportado previamente. Spadaro y colaboradores,<sup>28</sup> quienes midieron la ED durante la PVE con pieza en T en 51 pacientes, reportaron un área bajo la curva de ROC de 0.82. Por otro lado, Llamas-Álvarez y colaboradores<sup>29</sup> reportaron un área bajo la curva ROC de 0.87.

Mediante el análisis de la curva ROC y utilizando el índice de Youden, identificamos un valor de ED promedio de 16 mm como punto de corte para dividir a los pacientes con función diafragmática normal y aquellos con disfunción del diafragma. Este punto de corte tuvo adecuada sensibilidad (87.5%) y especificidad (80%) para

predecir el fracaso en el retiro de la VMI. Este valor de punto de corte es mayor que lo reportado previamente. Farghaly y colaboradores<sup>17</sup> identificaron un punto de corte de 10.5 mm en un estudio realizando en 54 pacientes. Este punto de corte tuvo S de 71.5% y E de 86.6% para predecir éxito en el retiro de la VMI. Por su parte, Matamis y colaboradores<sup>12</sup> midieron por USG modo M la movilidad, fuerza y velocidad de contracción del diafragma en pacientes con cirugía torácica y abdominal. Encontraron que un punto de corte de 11 mm en la ED tuvo S de 84.4% y E de 82.6% para predecir éxito en el retiro de la VMI. Por otro lado, Kim y colaboradores<sup>19</sup> analizaron el grado de disfunción diafragmática midiendo la ED en pacientes ventilados mecánicamente por más de 48 horas. Encontraron que un punto de corte de 10 mm se asoció con mayor retardo en el retiro de la ventilación, así como con más días de intubación. Este punto de corte tuvo S de 83%, E de 41%, VPP de 37% y VPN de 86%. Por último, Jiang y colaboradores<sup>7</sup> identificaron un punto de corte de 11 mm para predecir el éxito en la extubación, con S de 84.4% y E de 82.6%, lo cual es compatible con los resultados expuestos en este estudio y en la literatura.

## CONCLUSIONES

La disfunción diafragmática se presenta en aproximadamente una cuarta parte de los pacientes que requieren VMI por más de 48 horas. Los pacientes que fracasan al retiro de la VMI tienen ED y grosor diafragmático significativamente menor en comparación con los pacientes con retiro exitoso. La ED y el grosor diafragmático medida por USG al final de la PVE es útil como predictor de fracaso en el retiro de la VMI. Un punto de corte de 10.5 mm en la ED y <2.6 cm grosor diafragmático tiene adecuada sensibilidad y especificidad para identificar a los pacientes que fracasarán en el retiro de la VMI.

## CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

	2019											
	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic		
Concepción de la idea				X	X							
Revisión de la literatura						X	X	X				
Elaboración del protocolo							X	X	X	X		
	2020											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Presentación al comité de investigación	X	X	X									
Recolección de datos				X	X	X	X	X				
Análisis de datos									X	X		
Redacción del escrito final											X	X

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. MacIntyre NR, Epstein SK, Carson S, Scheinhorn D, Christopher K, Muldoon S. Management of patients requiring prolonged mechanical ventilation: Report of a NAMDRC consensus conference. *Chest*. 2005; 128: 3937- 54.
2. Leo M Heunks\* and Johannes G van der Hoeven. Clinical review: The ABC of weaning failure - a structured approach. *Critical Care* 2010, 14:245
3. Scheinhorn DJ, Chao DC, Stearn-Hassenpflug M. Liberation from prolonged mechanical ventilation. *Crit Care Clin*. 2002; 18: 569 - 95.
4. Chelluri L, Im KA, Belle SH, Schultz R, Rotondi AJ, Donahoe MP, et al. Long-term mortality and quality of life after prolonged mechanical ventilation. *Crit Care Med*. 2004; 32: 61- 9.
5. Zilberberg MD, Luippold RS, Sulsky S, Shorr AF. Prolonged acute mechanical ventilation, hospital resource utilization, and mortality in the United States. *Crit Care Med*. 2008; 36: 724 - 30.
6. Grosu HB, Lee YI, Lee J, Eden E, Eikermann M, Rose KM. Diaphragm muscle thinning in patients who are mechanically ventilated. *Chest* 2012; 142: 1455 – 60.
7. Hudson MB, Smuder AJ, Nelson WB, Bruells CS, Levine S, Powers SK. Both highlevel pressure support ventilation and controlled mechanical ventilation induce diaphragm dysfunction and atrophy. *Crit Care Med* 2012; 40: 1254 – 60.
8. Vassilakopoulos T, Zakynthinos S, Roussos C. The tension-time index and the frequency/tidal volume ratio are the major pathophysiologic determinants of weaning failure and success. *Am J Respir Crit Care Med* 1998; 158: 378 – 85.
9. Epstein SK. An overview on respiratory muscle function. *Clin Chest Med*. 1995; 155: 619-639.
10. Grassino A, Clanton T. Respiratory muscle fatigue. *Semin Respir Med*. 1991; 12: 305-321.
11. Schweickert WD, Hall J. ICU-acquired weakness. *Chest*. 2007; 131: 1541-1549.
12. Levine S, Nguyen T, Taylor N, Friscia ME, Budak MT, Rothenberg P. Rapid disuse atrophy of diaphragm fibers in mechanically ventilated humans. *N Engl J Med*. 2008; 358: 1327-1335.
13. Shanely RA, Zergeroglu MA, Lennon SL, Sugiura T, Yimlamai T, Enns D, et al. Mechanical ventilation induced diaphragmatic atrophy is associated with oxidative injury and increased proteolytic activity. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002; 166: 1369-1374.
14. Hussain SN, Vassilakopoulos T. Ventilator-induced cachexia. *Am J Respir Crit Care Med*. 2006; 166: 1307- 1308.
15. Knisely AS, Leal SM, Singer DB. Abnormalities of diaphragmatic muscle in neonates with ventilated lungs. *J Pediatric*. 1988; 113: 1074-1077.
16. Geiger PC, Cody MJ, Macken RL, Sieck GC. Maximum specific force depends on myosin heavy chain content in rat diaphragm muscle fibers. *J Appl Physiol*. 2000; 89: 695-703.

17. Petrof BJ, Jaber S, Matecki S. Ventilator-induced diaphragmatic dysfunction. *Curr Opin Crit Care*. 2010; 16: 19-25.
18. K. Haji et al. Interpreting diaphragmatic movement with bedside imaging, review article. *Journal of Critical Care* 34 (2016) 56–65.
19. Farghaly S, Hasan AA. Diaphragm ultrasound as a new method to predict extubation outcome in mechanically ventilated patients. *Aust Crit Care* 2016.
20. Raúl Carrillo Esper, Yazmín Galván Talamantes. Evaluación ultrasonográfica del diafragma en el enfermo grave. *Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int* 2014;28(3):187-194
21. Massimo Zambon, Massimiliano Greco, Speranza Bocchino, Luca Cabrini, et al. Assessment of diaphragmatic dysfunction in the critically ill patient with ultrasound: a systematic review. *Intensive Care Med*. 2016. DOI 10.1007/s00134-016-4524-z
22. Zambon M, Beccaria P, Matsuno J et al (2016) Mechanical ventilation and diaphragmatic atrophy in critically ill patients: an ultrasound study. *Crit Care Med* 44:1347–1352
23. Lerolle N, Guérot E, Dimassi S et al (2009) Ultrasonographic diagnostic criterion for severe diaphragmatic dysfunction after cardiac surgery. *Chest* 135:401–407

ANEXO 1



**Instituto Mexicano del Seguro Social**  
**Dirección de Prestaciones Médicas**  
**Unidad de Atención Médica**  
**Coordinación de Unidades Médicas de Alta Especialidad**  
**UMAE Especialidades “Dr. Antonio Fraga Mouret” Centro Médico Nacional “La Raza”**  
**Unidad de Cuidados Intensivos**  
**Carta de Consentimiento Informado para Participantes en Proyectos de Investigación**

Ciudad de México, a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ del 2020

Estamos invitando a su familiar a participar en un **estudio de investigación no invasivo titulado “Utilidad de la excursión y el grosor diafragmático como predictores de fracaso en el retiro de la ventilación mecánica invasiva prolongada.”** que se llevará a cabo en esta Unidad de Cuidados intensivos (UCI) y que tiene como objetivo determinar si una excursión diafragmática  $>10.5$  mm y un grosor diafragmático  $>26$  mm se asocia a un retiro de la ventilación mecánica exitoso. La participación de su familiar en este estudio es completamente voluntaria. Por favor lea esta información y haga las preguntas que desee antes de decidir si desea que su familiar participe o no.

I. Procedimientos:

Si usted acepta que su familiar participe ocurrirá lo siguiente:

- Se registrarán algunos datos que se encuentren en el expediente clínico, como son diagnóstico, exámenes de laboratorio y signos vitales de su familiar.
- Se registrará la valoración ultrasonográfica del diafragma previo al protocolo de retiro de la ventilación mecánica.
- Se realizará la observación por parte de uno de los investigadores durante 48 horas para evaluar el fracaso o éxito del retiro de la ventilación mecánica.
- Se registrará la fecha de egreso y la condición clínica en la que egrese su familiar de la UCI.

II. Riesgos y beneficios asociados con el estudio.

**Le informo a usted que este estudio está libre de posibles riesgos, inconvenientes, molestias y beneficios derivados de la participación de su familiar.** De igual forma no se influirá sobre la decisión del médico a cargo de su familiar sobre cómo y cuándo iniciar y finalizar el protocolo de retiro de la ventilación mecánica. Como investigador responsable me comprometo a ofrecerle información en el momento que usted la necesite, así como a responder cualquier pregunta y aclarar cualquier duda que le plantee acerca de los procedimientos que



se llevarán a cabo, los riesgos, beneficios o cualquier otro asunto relacionado con la investigación. En relación a los beneficios, le informo que este estudio no tendrá beneficios directos para su familiar, pero permitirá implementar estrategias que permitan optimizar el apoyo nutricional para futuros pacientes con padecimientos similares.

### III. Participación o retiro.

La participación de su familiar en este estudio es completamente voluntaria. Si usted decide que su familiar no participe, su decisión no afectará su derecho a obtener los servicios de salud u otros servicios que recibe del IMSS.

### IV. Privacidad.

La información que se nos proporcione será guardada de manera confidencial para garantizar su privacidad. El equipo de investigadores, el médico tratante de su familiar dentro del IMSS y las personas que estén involucradas en el cuidado de la salud de su familiar sabrán que está participando en este estudio. Sin embargo, nadie más tendrá acceso a la información que se nos proporcione, al menos que usted así lo solicite. Cuando los resultados de este estudio sean publicados o presentados en conferencias, no se dará información que pudiera revelar la identidad de su familiar. Para proteger la identidad de su familiar le asignaremos un número que utilizaremos para identificar sus datos y usaremos ese número en lugar de su nombre en nuestras bases de datos.

### V. Personal de contacto para dudas o aclaraciones.

Si existe alguna duda o comentario con relación a los propósitos del estudio y todo lo relacionado con el mismo, se puede poner en contacto conmigo, Dra. Nancy Allin Canedo Castillo, investigador responsable. Me encuentro en la Unidad de Cuidados Intensivos de la UMAE Hospital de Especialidades “Dr. Antonio Fraga Mouret” del Centro Médico Nacional La Raza del IMSS el cual se encuentra ubicado entre la calle Seris y Zaachila sin número, Colonia La raza, Delegación Azcapotzalco, Ciudad de México, con el teléfono 5724 5900, extensión 23137 (lunes a viernes de 07:00 a 14:00 horas). Mi correo electrónico es [draknedo@hotmail.com](mailto:draknedo@hotmail.com) o con el investigador asociado, Alvaro Cuj Torres, que se encuentra en la Unidad de Cuidados Intensivos de la UMAE Hospital de Especialidades “Dr. Antonio Fraga Mouret” del Centro Médico Nacional La Raza del IMSS, en el teléfono 5724 5900, extensión 23137 (lunes a viernes de 7:00 a 16:00 horas). Su correo electrónico es [dr.cuj.uci@hotmail.com](mailto:dr.cuj.uci@hotmail.com). En caso de dudas o aclaraciones sobre los derechos de su familiar como participante, podrá dirigirse también a la Comisión de Ética de Investigación de la CNIC del IMSS, ubicada en Av. Cuauhtémoc No. 330 4° piso, Bloque “B” de la Unidad de Congresos, Colonia Doctores, C. P. 06720, Ciudad de México. Teléfono (55) 5627 6900, extensión 21230. Correo electrónico: [comisión.etica@imss.gob.mx](mailto:comisión.etica@imss.gob.mx).

### VI. Declaración de consentimiento informado.

Se me ha explicado con claridad en qué consiste este estudio, además he leído (o alguien más me ha leído) el contenido de este formato de consentimiento. Se me

ha dado la oportunidad de hacer preguntas y todas mis preguntas han sido contestadas a mi satisfacción. Se me ha dado una copia de este formato.

---

Nombre completo del familiar y/o responsable      Firma del familiar y/o responsable

---

Dra. Nancy Allin Canedo Castillo      Firma del Investigador Responsable

Le he explicado el estudio de investigación al participante y he contestado todas sus preguntas. Considero que comprendió la información descrita en este documento y libremente da su consentimiento a participar en este estudio de investigación
---

Firma de los testigos

Mi firma como testigo certifica que el/la participante firmó este formato de consentimiento informado en mi presencia, de manera voluntaria.

Testigo 1

---

Nombre completo	Relación	Firma
-----------------	----------	-------

Testigo 2

---

Nombre completo	Relación	Firma
-----------------	----------	-------



**Instituto Mexicano del Seguro Social**  
**Dirección de Prestaciones Médicas**  
**Unidad de Atención Médica**  
**Coordinación de Unidades Médicas de Alta Especialidad**  
**UMAE Especialidades “Dr. Antonio Fraga Mouret” Centro Médico Nacional**  
**“La Raza”**  
**Unidad de Cuidados Intensivos**  
**Hoja de recolección de datos**

<b>Utilidad de la excursión y el grosor diafragmático medidos por ultrasonido como predictores de fracaso en el retiro de la ventilación mecánica invasiva prolongada.</b>						
ID:		NSS:	Iniciales:			
Fecha de ingreso a hospital (DD.MM.AA): _____						
Fecha de ingreso a UCI (DD.MM.AA) _____						
Edad (años):		(1) Hombre		(2) Mujer		
Peso (Kg):		Talla (cm):				
<b>Comorbilidades</b>						
Diabetes	<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No	Hipertensión Arterial	<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No	
Complicación crónica de DM	<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No	Dislipidemia	<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No	
Enfermedad arterial periférica	<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No	Insuficiencia cardíaca IV	<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No	
Enfermedad vascular cerebral	<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No	Cardiopatía isquémica /IAM	<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No	
Demencia	<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No	Insuficiencia renal crónica	<input type="checkbox"/> Si	<input type="checkbox"/> No	
<b>Tipo de paciente</b>						
Médico (1)			Quirúrgico (2)			
<b>Diagnóstico de ingreso a la UCI</b>						

