



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO  
SECRETARÍA DE SALUD

INSTITUTO NACIONAL DE LA NUTRICIÓN  
SALVADOR ZUBIRÁN.

## **CAPACIDAD PREDICTIVA DE ÉXITO O FRACASO DE LA PRUEBA DE VENTILACIÓN ESPONTÁNEA CON SOPORTE DE PRESIÓN POR MEDIO DE UN NUEVO INDICE PREDICTIVO.**

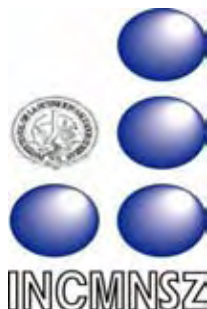
### **TESIS DE POSTGRADO**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN  
**MEDICINA DEL ENFERMO EN ESTADO CRÍTICO.**

PRESENTA:

**DR. YUNUÉN AGUILERA GARCÍA.**

TUTOR DE TESIS  
DR. EDUARDO RIVERO SIGARROA.



MÉXICO D.F.

2008



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.

---

**LUIS F. USCANGA DOMÍNGUEZ.**

SUB-DIRECTOR DE ENSEÑANZA  
INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS MÉDICAS Y NUTRICIÓN SALVADOR  
ZUBIRÁN

---

**GUILLERMO DOMÍNGUEZ CHERIT**

TITULAR DEL CURSO DE MEDICINA DEL ENFERMO EN ESTADO CRITICO  
INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS MÉDICAS Y NUTRICIÓN SALVADOR  
ZUBIRÁN

---

**EDUARDO RIVERO SIGARROA**

PROFESOR ADJUNTO DEL CURSO DE MEDICINA DEL ENFERMO EN ESTADO  
CRÍTICO  
INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS MÉDICAS Y NUTRICION SALVADOR  
ZUBIRÁN

---

**JOSE ANTONIO FONSECA LAZCANO**

MEDICO ADSCRITO A LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS  
INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS MÉDICAS Y NUTRICION SALVADOR  
ZUBIRÁN

## **AGRADECIMIENTOS.**

A mi padre Isaías Aguilera Hernández y madre Elvia Gaytan por su gran apoyo de siempre. A mis hermanos Gerardo Aguilera y Eréndira Aguilera por comprender mi ausencia y su gran apoyo.

De igual forma agradezco al Dr. Antonio Fonseca Lazcano por su gran comprensión y guía en el desarrollo de esta tesis.

Mi cordial agradecimiento al Dr. Eduardo Rivero Sigarroa por la oportunidad que me dio de realizar mi entrenamiento en la unidad de cuidados intensivos del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición. Dr. Salvador Zubirán.

A mi María Elena Mendoza Mendieta por su incondicional apoyo, amistad y cariño.

Agradezco de igual forma al grupo Médico de la Unidad de Cuidados Intensivos por su gran contribución en mi formación como Médico Intensivista.

A mis amigos Lucio Aguilar Ángel y Armando Rodríguez Almendros por su compañerismo y amistad.

## RESUMEN.

**INTRODUCCIÓN.-** En pacientes con ventilación mecánica invasiva el retiro del ventilador es un reto al que de manera rutinaria el médico intensivista tiene que enfrentarse en su práctica clínica cotidiana. Este proceso del retiro del ventilador es todo un arte respaldado por sólida evidencia científica generada en los últimos 20 años pero aún con esta evidencia científica sigue habiendo incertidumbre en la mejor forma y método para llevar a cabo el proceso de retiro del ventilador. Se requiere un profundo conocimiento de la causa que llevo al paciente a la necesidad de requerir de la ayuda de la ventilación mecánica y de igual forma un método lo más exacto para predecir el éxito o fracaso a la extubación .En el presente trabajo se propone un nuevo índice de extubación que ayude en la toma de esta decisión.

**METODOLOGÍA.-**Se realizó un estudio prospectivo observacional no aleatorizado ni cegado en la unidad de cuidados intensivos en 42 pacientes bajo ventilación mecánica invasiva con criterios para poder ser llevados a una prueba de ventilación espontánea en modalidad de soporte de presión con niveles de PEEP de 4-5 cmH<sub>2</sub>O y nivel de presión inspiratoria. Durante la realización de la prueba con una hora de duración se recabó el índice predictivo de Fonseca y el cambio del índice de respiraciones rápidas superficiales. Se calculó sensibilidad, especificidad, valor predictivo negativo y positivo además de razón de probabilidad para un valor positivo y negativo y se compararon las área de curvas de receptor operativo de las tres pruebas diagnosticas realizadas durante la prueba de ventilación espontánea. Se realizó análisis por regresión por pasos para comparar los resultados de las tres pruebas medidas durante la prueba de ventilación espontánea.

**RESULTADOS.-** Se encontró una sensibilidad del 100% y especificidad del 52% con un valor predictivo positivo de 71% y un valor predictivo negativo del 100% con una razón de probabilidad para un valor positivo y negativo de 2 y 0 de manera respectiva en la capacidad de predecir éxito con los criterios convencionales. El índice predictivo de Fonseca reveló sensibilidad 86% con mejor especificidad del 89% en comparación con los criterios convencionales. El valor predictivo negativo y positivo fue del 90% y del 85% para el índice de Fonseca con razón de probabilidad para un valor positivo y negativo de 7.8 y .15 de manera respectiva con una area bajo la curva de de .89.El delta del índice de respiraciones rápidas superficiales demostró una sensibilidad del 82%, con especificidad del 73% con valor predictivo negativo y positivo del 79% y 77% respectivamente con una razón de probabilidad para un valor positivo y negativo de 3 y .24 respectivamente.

**CONCLUSIÓN.**-El índice predictivo de Fonseca aporta una alternativa útil en la predicción de éxito o fracaso a la extubación y puede ayudar en la mejoría de la especificidad de los actuales criterios utilizados en la decisión de extubación. El índice predictivo mostró tener mejor rendimiento predictivo que los criterios convencionales y el índice de respiraciones rápidas superficiales con p de .045 para el índice predictivo de Fonseca y un valor de p .050 en el delta de índice de respiraciones rápidas superficiales. Ambos índices complementan a los criterios de extubación actuales y le añaden mayor certeza en la capacidad de predicción de éxito o fracaso a la extubación durante la prueba de ventilación espontánea. El valor del índice que más parece ser útil en la toma de decisiones es .010 y el valor del delta del índice de respiraciones rápidas superficiales es 5.

## ÍNDICE.

I.-INTRODUCCIÓN.....	8
II.-PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA.....	10
III.-ANTECEDENTES: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL.....	12
III.1.-Alteraciones en el control de la respiración en el paciente que falla a la extubación.....	13
III.2.-Alteraciones de la mecánica pulmonar en pacientes que falla a la extubación.....	14
III.3.-Trabajo de la respiración en el paciente que falla a la extubación.....	14
III.4.-Comportamiento hemodinámico en pacientes bajo el proceso de extubación.....	15
III.5.-Intercambio gaseoso en pacientes sometidos a prueba de ventilación mecánica espontánea.....	16
III.6.-Justificación del modelo de predicción de éxito o fracaso a la prueba de ventilación mecánica espontánea .....	17
IV.-OBJETIVOS. PRIMARIO Y SECUNDARIOS.....	18
V.-HIPÓTESIS NULA Y ALTERNA.....	19
VI.-JUSTIFICACIÓN.....	20
VII.-DISEÑO METODOLÓGICO.....	22
Pacientes.....	22
Criterios de inclusión y exclusión.....	23
Prueba de ventilación espontánea con soporte de presión.....	23
Índice predictivo y delta del f/vt.....	25
Análisis estadístico.....	26

VIII.-RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.....	27
Resultados y análisis.....	27
Discusión.....	30
IX.-CONCLUSIÓN.....	32
X.-REDOMENDACIONES.....	33
XI.- ANEXOS.....	34
Hoja de recolección de datos.....	34
XII.-BIBLIOGRAFÍA.....	35



## INTRODUCCIÓN.

En pacientes con ventilación mecánica invasiva el retiro del ventilador es un reto al que de manera rutinaria el médico intensivista tiene que enfrentarse en su práctica clínica cotidiana. Este proceso del retiro del ventilador es todo un arte respaldado por sólida evidencia científica generada en los últimos 20 años pero aún con esta evidencia científica sigue habiendo incertidumbre en la decisión de la mejor forma y método para llevar a cabo el proceso de retiro del ventilador que requiere un profundo conocimiento de la causa que llevo al paciente a la necesidad de requerir de la ayuda de la ventilación mecánica y lograra una adecuada cooperación del intensivista con su paciente durante la etapa de recuperación de la enfermedad del paciente.

Antes de extubar un paciente que esta recibiendo ventilación mecánica el clínico intensivista debe decidir si el paciente esta listo para poder respirara sin la ayuda del ventilador. La decisión se basa en la recomendación de realizar una prueba de ventilación mecánica espontánea con cualquiera de las dos técnicas ampliamente descritas, la prueba en T o la prueba de ventilación mecánica espontánea con bajo nivel de soporte (1). Si el paciente tolera una prueba de ventilación mecánica espontánea el intensivista debe ahora decidir si el paciente puede tolerar la extubación. Esta decisión es importante porque un fallo en reconocer la condición de no estar listo para tolerar una prueba de ventilación mecánica espontánea puede conducir a un fallo a la extubación y la necesidad de reinstituir la ventilación mecánica invasiva lo cual eleva hasta en ocho veces el riesgo de desarrollo de neumonías nosocomiales e incrementa la mortalidad de seis a doce veces (2). Los porcentajes de reintubación reportados en la literatura varían entre el 4% al 33%, porcentajes tan bajos como el 5% sugieren que el intensivista es demasiado conservador en sus intentos de extubación y por otra parte porcentajes de reintubación arriba del 30% pueden indicar que se es muy agresivo y liberal en la decisión de extubar. El porcentaje de falla a la extubación entre el 10-19% parece ser clínicamente aceptable.(1).

Los intensivistas se han visto frustrados por la inhabilidad para predecir de manera adecuada el éxito del retiro del ventilador a pesar de la existencia de numerosos parámetros predictores que toman en cuenta factores fisiológicos respiratorios y del estado hemodinámico (3,4). El índice de respiraciones rápidas superficiales introducido por Yang y Tobin en 1991(4) es uno de los índices más adecuados para la predicción de éxito en el retiro del ventilador de acuerdo a análisis prospectivo de las curvas de receptor operativo. Valores de 60 a 105 en la relación entre la frecuencia respiratoria y el volumen corriente aportan LR de 0.84 a 4.67.(5). Aunado a este índice existe evidencia que sugiere que los pacientes que fallan a la extubación tienen un aumento del trabajo de la respiración lo cual condiciona un aumento del consumo de oxígeno por parte de los músculos de la respiración. Cuando este aumento del consumo de oxígeno es desproporcionado suele reflejarse en el grado de saturación venosa de oxígeno. El grado de afección en la saturación venosa de oxígeno evidente como una disminución de la saturación venosa de oxígeno al analizar muestra de sangre de vena cava superior en su desembocadura en atrio derecho ha sido estudiado como un hallazgo fisiopatológico en grupos de pacientes que han fallado a una prueba de ventilación mecánica espontánea (6).

En este presente trabajo nosotros proponemos que una fórmula que toma en cuenta el cambio de la frecuencia respiratoria y el volumen corriente además del grado de desaturación de una muestra de sangre venosa de cava superior puede predecir durante una prueba de ventilación mecánica espontánea el éxito o fracaso al retiro del ventilador. Nosotros proponemos en este trabajo que un índice que tome en cuenta estas variables puede predecir la capacidad de éxito o fracaso al retiro del ventilador.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

No se tiene en la actualidad un método lo suficientemente exacto y confiable que ayude en la predicción de éxito o fracaso de la prueba de ventilación mecánica espontánea. La falla a la extubación se define como la necesidad de reiniciar apoyo con un ventilador mecánico dentro de las primeras 48 horas del momento de la extubación (7). El fallo a la extubación también comprende el no poder tolerar una prueba de ventilación mecánica espontánea una vez que se decide llevar a cabo la realización de esta (7). Los pacientes que fallan a la prueba de ventilación mecánica espontánea suelen representar un gran reto para el intensivista que debe profundizar en la búsqueda y corrección de la etiología de la falla a la prueba de ventilación mecánica invasiva. Pero más aun es el reto que representan aquellos pacientes que son extubados bajo la premisa de haber pasado una prueba de ventilación mecánica espontánea por medio de los criterios convencionales y fallan con necesidad de reintubación dentro de las primeras 48 horas. Estos pacientes suelen tener asociada un aumento en el riesgo de muerte intrahospitalaria, con reportes de aumento de la mortalidad de hasta el 30% además de tener mayor riesgo de tener estancias prolongadas bajo ventilación mecánica, mayor duración en la unidad de cuidados críticos. Estos pacientes suelen requerir de traqueostomía con las complicaciones que este procedimiento conlleva.

Los criterios convencionales que son aceptados por las recomendaciones internacionales que definen que paciente tolera una prueba de ventilación mecánica comprenden una serie de mediciones de parámetros ventilatorios, hemodinámicos y gasométricos con márgenes de tolerancia muy bien establecidos. Cuando se cumplen estos parámetros en los pacientes sometidos a una prueba de ventilación mecánica espontánea hasta un 13 % puede requerir ser reintubado. Este porcentaje es claramente superior a la situación de extubación sin la realización de un protocolo bien establecido que valora la capacidad de tolerancia a una prueba de ventilación mecánica situación donde se han reportado tasas de fallo a la extubación de hasta un 40% (10).

El reconocimiento de los paciente bajo ventilación mecánica invasiva por más de 48 horas que podrán tolerar el proceso de extubación y la factibilidad de poder predecir que paciente fallara una vez extubado es un gran reto que no se ha resuelto en la actualidad y los parámetros convencionales aunque útiles en el reconocimiento de estos pacientes no tiene la exactitud suficiente como para poder evitarla reincubación en todos los pacientes que serán extubados. Nuestro siguiente trabajo clínico plantea un método por medio de la asociación de parámetros ventilatorios y gasométricos que expresados en un modelo matemático ofrezcan al clínico intensivista una forma mas exacta de poder identificar a los pacientes que fallaran a la extubación y requerirán la reinstitución de apoyo mecánico ventilatorio.

## **ANTECEDENTES.**

### **MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL Y DE REFERENCIA.**

El proceso que sucede en pacientes bajo ventilación mecánica parece desarrollarse en el espacio de seis estadios que abarcan desde inicio de la intubación con estadio intermedio donde se reconoce la necesidad de intentar el retiro del ventilador pasando a un último momento donde ocurre la liberación de la ventilación y se obtiene una satisfactoria extubación o de lo contrario ocurre la reincubación (11). Estos seis estadios (véase figura 1) se definen como sigue: estadio 1.-tratamiento de la falla respiratoria; estadio 2.-sospecha que el proceso de retiro de la ventilación; estadio 3.-evaluación de capacidad de estar listo para ser extubado; estadio 4.-Prueba de ventilación mecánica espontánea; estadio 5 extubación y posiblemente estadio 6.-reincubación. El proceso de discontinuación de la ventilación mecánica invasiva comienza en el estado 4 con el primer intento de prueba de ventilación mecánica invasiva.

Existe evidencia que el proceso de discontinuación de la ventilación mecánica tiende a retrasarse exponiendo al paciente a un aumento en el riesgo de complicaciones de manera innecesaria además de aumentar el costo de su atención dentro de la unidad de cuidados intensivos. Se conoce que el tiempo que pasa un paciente en el proceso de retiro del ventilador representa aproximadamente un 40-50% del total de la duración del periodo de tiempo que un paciente pasa conectado a un ventilador.

Nuestro presente estudio se centra en el estadio 4 de la ventilación mecánica es decir en el proceso mismo de una prueba de ventilación espontánea. Es en esta prueba donde se empieza a definir que paciente falla a la extubación y también cual es capaz de ser extubado. En muchos estudios la falla a la extubación se define como la necesidad de ser reintubado dentro de las 48 horas siguientes a la extubación o la incapacidad de poder tolerar una prueba a la ventilación mecánica.

La incapacidad de tolerar una prueba de ventilación mecánica invasiva se define por criterios objetivos tales como taquipnea, taquicardia, hipertensión, hipoxemia o acidosis y arritmias; criterios subjetivos tal como agitación, estado mental deprimido, diaforesis y evidencia de de aumento esfuerzo respiratorio. La falla a la extubación y la incapacidad a la tolerancia una prueba de ventilación mecánica espontánea se relación a a menudo a disfunción cardiovascular o ala inhabilidad del aparato respiratorio para tolerar la caga que significa la ventilación espontánea sin presión positiva. Algunos factores relacionados como etiología de falla a la extubación comprenden la obstrucción del tracto respiratorio superior y la presencia de secreciones excesivas. Existen varios componentes fisiopatológicos que ocurren en ele paciente que falla al retiro de la ventilación.

### **ALTERACIONES EN EL CONTROL DE LA RESPIRACIÓN EN EL PACIENTE QUE FALLA A LA EXTUBACIÓN.**

Los estudios muestran que los pacientes que fallan a la extubación una vez extubados tienen alteraciones en el mecanismo del control de la respiración evidente clínicamente por acortamientos de los tiempos inspiratorios además de acortamiento del tiempo expiratorio, estos cambios conducen a un marcado incremento en la frecuencia respiratoria de tal forma que en el paciente que falla el acortamiento del tiempo inspiratorio resulta en una disminución del volumen corriente cuando se compara con el grupo de pacientes que toleran el proceso de extubación  $194 \pm 23$  versus  $398 \pm 56$  ml (12).este comportamiento ventilatorio conduce a una disminución ene le volumen corriente sin un aumento en el volumen minuto y un aumento del espacio muerto lo cual termina reflejandose en el aumento de la concentración de PaCO<sub>2</sub> en el paciente que falla. Es por esto que una de las anormalidades fundamentales en el control de la respiración en pacientes que fallan a la extubación es un acortamiento del tiempo inspiratorio. Tomando en cuenta que la disminución de la frecuencia respiratoria es un evento que ocurre en pacientes que fallan a la extubación este parámetro se incluye en la fórmula que se plantea en esta tesis como un elemento que predice un comportamiento dentro del la prueba de ventilación mecánica espontánea y su movimiento podría aunado a otras variables como la frecuencia respiratoria y la saturación venosa central definir que paciente puede fallar o tolerar el procesos de la prueba de ventilación mecánica espontánea y la necesidad de reincubación una vez retirado el ventilador.

## **ALTERACIONES DE LA MECANICA PULMONAR EN PACIENTES QUE FALLAN A LA EXTUBACIÓN.**

Se ha demostrado que el paciente que no tolera una prueba de ventilación mecánica espontánea tiene un aumento dinámico progresivo en la resistencia de la vía aérea que se explica por cuatro factores; el primero de ellos es un aumento en el flujo inspiratorio, acumulación de secreciones y probable broncoconstricción. La elastancia dinámica pulmonar es mayor en pacientes que fallan a la extubación cuando se compara con el grupo que tolera la prueba de ventilación mecánica espontánea. En un reporte la elastancia dinámica del pulmón incremento de  $21.2 \pm$  a  $34.1 \pm 3.4$  en pacientes que fallaron a la extubación en comparación de  $9.9 \pm 1.7$  cmH<sub>2</sub>O por lt. a  $14 \pm 2$  cmH<sub>2</sub>O por lt a 14 en pacientes que toleraron el proceso de extubación. Los factores que se argumentan como causa de un aumento de la elastancia son el aumento de la hiperinflación dinámica lo cual se refleja por un incremento en el PEEPi; otro componente del aumento de la elastancia es el desarrollo de edema pulmonar subclínico secundario a incremento de la poscarga ventricular izquierda además de microatelectasias probablemente evidentes como una disminución del volumen corriente. Estas alteraciones aunque no evidentes en todos los pacientes indican que en el paciente que falla a la extubación suele encontrarse un deterioro de la mecánica respiratoria

## **TRABAJO DE LA RESPIRACIÓN EN EL PACIENTE QUE FALLA A LA EXTUBACIÓN.**

Un deterioro en la mecánica pulmonar puede condicionar un aumento del trabajo de la respiración lo cual se ha demostrado en estudios que demuestran trabajos de respiración  $>15$  julios/litro en pacientes dependientes del ventilador con trabajos de respiración de  $<1.37$  julios/litro(14). Acoplado a este aumento del trabajo respiratorio el esfuerzo inspiratorio se ve incrementado lo cual se demuestra con grandes excursiones en la morfología de la presión esofágica. Un índice que se ha descrito que toma en cuenta el esfuerzo muscular ventilatorio es el índice de tensión tiempo el cual suele demostrar la carga impuesta sobre los músculos inspiratorios por la mecánica ventilatoria, método que permite valorar si la carga ventilatoria es excesiva para capacidad neuromuscular del paciente durante el proceso de retiro del ventilador (15). El índice tensión- tiempo es el producto de dos fracciones; (presión media por respiración/P<sub>I</sub>max. X (T<sub>i</sub>/T<sub>tot</sub>)) Se ha demostrado que por medio de este índice se documenta fatiga muscular cuando el valor es mayor 0.15 y en paciente que fallan a la extubación se han documentado niveles mayores 0.15 con este índice en comparación de aquellos que pasan la prueba sin necesidad de ser reintubados.

## **RENDIMIENTO CARDIOVASCULAR EN PACIENTES BAJO EL PROCESO DE RETIRO DEL VENTILADOR.**

Se han encontrado alteraciones hemodinámicas que demuestran disfunción cardiovascular en el paciente que falla a la extubación algunos de estos hallazgos involucran aumento en la presión de enclavamiento de la arteria pulmonar, aumento en índices cardíacos, aumento e el índice de volumen diastólico del ventrículo izquierdo y derecho estos cambios se han atribuido a un incremento del retorno venoso debido a disminución de la presión pleural durante la respiración espontánea y a vasoconstricción periférica. La sobrecarga izquierda se asume corresponde a la carga impuesta por los cambios importantes en la presión pleural negativa y aumento de la liberación de catecolaminas. Los cambios en la saturación venosa central un parámetro indirecto del gasto cardíaco cuando se miden en pacientes que se someten a pruebas de ventilación mecánica espontánea suelen demostrar que los pacientes que fallan a la prueba de ventilación espontánea la saturación venosa central disminuye de manera progresiva hasta ( $51 \pm 7.9\%$  al final de la prueba) mientras que este parámetro no se modifica en pacientes que toleran la prueba de manera espontánea. este cambio se asocia a una aumento del índice cardíaco y un aumento del transporte de oxígeno en pacientes que toleran la prueba de ventilación mecánica, con índices cardíacos que aumentan de 3.07 a 3.51 L/min/m<sup>2</sup>. Por otra parte el grupo de pacientes que experimentan fallo durante una prueba de ventilación mecánica no aumentan su índice cardíaco ni consecuentemente su aporte de oxígeno este evento aunado a un aumento de la poscarga del ventrículo derecho e izquierdo; de manera adversa en este grupo se documenta un aumento en la extracción de oxígeno lo cual en turno contribuye de manera importante a la caída de la saturación venosa central. Los cortocircuitos pulmonares se ven aumentado en pacientes que fallan a una prueba de ventilación mecánica espontánea y la combinación de un aumento en la sangra venosa mixta y una caída en la saturación venosa central conducen de manera importante a una desaturación arterial y la relativa disminución al aporte de oxígeno a los tejidos, conduciendo de manera directa a un caída del Ph y a la disminución de la presión venosa de oxígeno en pacientes que fallan. Otros cambios hemodinámicas se relacionan a un aumento de la presión de la arteria pulmonar en pacientes que fallan a la prueba de la ventilación mecánica lo cual se debe a acidosis e hipoxemia además de la compresión alveolar que acompaña la hiperinflación dinámica y el deterioro de la mecánica pulmonar.



Si la saturación venosa central es un marcador sensible del estado cardiovascular y su interacción cardiopulmonar con su componente de la mecánica pulmonar es motivo de interés en el presente trabajo de forma tal que los cambios de la saturación venosa central desde el inicio de la prueba de ventilación mecánica hasta su término son incorporados en nuestro modelo matemático para poder expresarlos en una forma que intente separar aquellos que no tolerarán la prueba de ventilación mecánica invasiva de los que sí serán extubados con éxito(16).

### **INTERCAMBIO GASEOSO EN PACIENTES SOMETIDOS A UNA PRUEBA DE VENTILACIÓN MECÁNICA ESPONTÁNEA.**

Pocos estudios se han enfocado en describir los fenómenos del intercambio de gases durante las pruebas de ventilación mecánica invasiva, algunos de ellos realizados con técnica de gases inertes múltiple (MIGET) han demostrado en pacientes que no toleran el retiro de la presión positiva del ventilador una caída en volumen corriente aunado a un aumento de la frecuencia respiratoria acompañado de un aumento de la PaCO<sub>2</sub> con alteraciones en la distribución de la ventilación manifiesto por un aumento de la ventilación hacia unidades con relaciones ventilación /perfusión arriba de 100(VA/Q) hasta en un 39± 8 % además de demostrarse aumento en la perfusión de unidades con bajo (VA/Q) que se han demostrado en las bases pulmonares. Uno de los mayores determinantes de estas alteraciones en la distribución de la ventilación y la perfusión es la disminución del volumen corriente. Esta alteración en la distribución de la perfusión y ventilación son mejoradas y revertidas una vez reinstituída la ventilación mecánica con presión positiva(17). La respiración espontánea en pacientes que fallan a la extubación se ha asociado a un empeoramiento de las alteraciones de la ventilación perfusión con una mala distribución del gasto cardíaco a unidades con bajo (VA/Q) (<1) con incrementos del 9.4 a 19,6% y de manera concomitante un aumento en la dispersión de la ventilación. Estos cambios se hacen evidentes con un aumento de la PaCO<sub>2</sub> y una caída en la presión arterial de oxígeno lo cual se tiene que ver compensado por un aumento del índice cardíaco y en la saturación venosa mixta..

## **JUSTIFICACIÓN DEL MODELO DE PREDICIÓN DE ÉXITO O FRACASO A LA PRUEBA DE VENTILACIÓN MECÁNICA ESPONTÁNEA.**

Nuestro modelo matemático (véase figura No 2) de variables respiratorias y gasométricas es adaptada de forma tal que los cambios que ocurren en la frecuencia respiratoria, volumen corriente y la saturación venosa se magnifiquen y puedan resultar en un índice que separe de manera precisa los pacientes que durante la prueba de ventilación espontánea no son capaces de tolerarla o están en riesgo de poder ser reintubados dentro de las siguientes 48 horas. De tal forma que los principales determinantes de nuestro modelo son la frecuencia respiratoria, el volumen corriente y la saturación venosa. Estos parámetros han sido extensamente estudiados y se ha visto que sufren modificaciones importantes durante la realización de una prueba de ventilación espontánea en los pacientes que fallan a esta.

## **OBJETIVOS.**

### **OBJETIVO PRIMARIO.**

- Evaluar la capacidad predictiva de éxito y fracaso en la discontinuación de la ventilación mecánica por medio de un nuevo modelo matemático.

### **OBJETIVOS SECUNDARIOS.**

- Diseño de un índice predictivo de éxito durante la prueba e ventilación mecánica espontánea que incorporen los cambios en la frecuencia respiratoria, volumen corriente y saturación venosa durante la realización de la prueba de ventilación mecánica espontánea.
- Definir valores críticos del nuevo índice de extubación en la población de pacientes de la unidad de cuidados intensivos.
- Definir el comportamiento del cambio del índice de respiraciones rápidas superficiales durante la prueba de ventilación mecánica espontánea y el valor de este cambio o delta en la predicción de éxito o fracaso de la prueba de ventilación mecánica convencional.

## **HIPÓTESIS**

### **HIPÓTESIS NULA.**

- Un índice predictivo que incluye los cambios en frecuencia respiratoria, volumen corriente y en la saturación venosa durante la prueba de ventilación mecánica espontánea no es útil en la diferenciación de pacientes que fallaran o toleraran la prueba.

### **HIPÓTESIS ALTERNATIVA.**

- Un índice predictivo que incluye los cambios en la frecuencia respiratoria, volumen corriente y en la saturación venosa durante la prueba de ventilación mecánica espontánea es útil en la diferenciación entre aquellos pacientes que toleraran o fallaran a la prueba de ventilación mecánica.

## JUSTIFICACIÓN.

La liberación temprana del ventilador representa un evento clínico importante con profundas implicaciones para el paciente que se encuentra bajo ventilación mecánica invasiva. El proceso de liberación comprende el diario escrutinio con el fin de identificar el estado de recuperación del proceso mórbido que llevo al paciente a la instalación de ventilación con presión positiva y una vez que se presenta este estado de recuperación el intensivista procede a la realización de una prueba de ventilación mecánica espontánea periodo durante el cual se valorara una serie de parámetros clínicos, gasométricos y hemodinámicos que al encontrarse dentro de rangos establecidos adecuados conducen al intensivista a proceder a la extubación evento que es un punto de partida para una mejor evolución del paciente en la mayoría de los casos. Este proceso mencionado es actualmente el estandar de oro del proceso de extubación. El reconocimiento temprano de la oportunidad de ser liberado de la ventilación mecánica y un episodio de extubación exitosa evitan múltiples complicaciones consecuencia de la presencia del tubo endotraqueal en la vía aérea y los eventos asociados ya bien conocidos de la presión positiva. Los actuales criterios de tolerancia a la extubación suelen tener un margen de falsos positivos del 13 % aproximadamente (11). Este grupo de pacientes que logra cumplir con los criterios de extubación y son sometidos a extubación con posterior reintubación tienen un aumento del riesgo de mortalidad con reportes de hasta el 36% .este grupo se ve también en riesgo de tener mayor estancia bajo ventilación mecánica invasiva, mayor estancia en la unidad de cuidados intensivos y en los servicios de hospitalización. Nuestro trabajo intenta originar un índice que se lleve a cabo durante el proceso de la prueba de ventilación espontánea con soporte de presión. Este índice se origina con la finalidad de compararlo con los criterios convencionales y esta diseñado para poder detectar de manera más eficiente el grupo de pacientes que pueden fallar a la extubación. La implicación de este índice es obvia en el sentido de que el objetivo es identificar al paciente que realmente se beneficia de la extubación y poder identificar aquellos pacientes que pudieran fallar a la extubación a pesar de haber tolerado una prueba de ventilación mecánica espontánea de acuerdo a los criterios convencionales.

Existen pocos reportes en la literatura que muestren el comportamiento del índice de respiraciones rápidas superficiales durante una prueba de ventilación mecánica invasiva bajo niveles de presión positiva baja. Se sabe que este índice cuando se encuentra con niveles  $<105$  respiraciones/min./L predice un éxito en la prueba de ventilación espontánea con una sensibilidad reportada del 97% y una especificidad del 67%. Este índice se realiza previo a la prueba de ventilación espontánea con el paciente desconectado al ventilador y una vez que paso un minuto bajo ventilación espontánea. No se conoce la utilidad exacta y el comportamiento cuando el índice se realiza durante la prueba de ventilación mecánica espontánea bajo soporte de presión con niveles bajos de presión positiva (soporte de presión 7-10 cm H<sub>2</sub>O y PEEP de 5-8 cm H<sub>2</sub>O.).

## DISEÑO METODOLÓGICO.

### A7.MÉTODOS.

- PACIENTES.

El estudio se realizó en 42 pacientes de la unidad de cuidados críticos médico quirúrgica del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición. Dr. Salvador Zubirán durante el periodo comprendido de Enero hasta Abril del 2008. Los pacientes fueron clínicamente estables de acuerdo a el médico intensivista a su cargo quien considero el estado de resolución de la patología que llevo el paciente a la ventilación mecánica. En base a la valoración por parte del intensivista a cargo del paciente se consideró la capacidad de estar listo para ser sometidos a un prueba a de ventilación mecánica espontánea. Los pacientes debieron cumplir los criterios establecidos por el consenso Americano-Europeo (11) que considera los siguientes criterios para someter al paciente a una prueba de ventilación espontánea:

- 1.-Resolución de la fase aguda de la enfermedad por la cual se requirió apoyo con el ventilador.
- 2.-Adecuada tos.
- 3.-Ausencia de secreciones en exceso.
- 4.- Estabilidad cardiovascular (FC < 140 latidos/min, presión sistólica 90-160 mmHg sin vasopresores o en mínima cantidad.
- 5.- Estado metabólico estable.
- 6.-Adecuado estado de oxigenación: Saturación arterial >90% con FiO2 < 40% o PaO2/FiO2 > 150 mmHg. PEEP < 8 cmH2O.
- 7.-Adecuada función pulmonar: FR <35 respiraciones /min. MIP < 20-25 cm H2O.Volumen corriente > 5 ml /kg. Capacidad vital > 1 ml./kg.fr/vc < 105 respiraciones-min-L. Mínima acidosis respiratoria.
- 8.- Adecuado estado mental: No sedación o estado mental adecuado con estado neurológico estable.

- **CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN.**

Se incluyeron en el estudio pacientes con ventilación mecánica por más de 24 horas con la presencia de tubo endotraqueal. Se excluyeron pacientes con traqueostomía pues representan un grupo de pacientes en nuestra unidad de cuidados críticos que suelen tener ventilación mecánica prolongada y entran en un protocolo bien definido de extubación que no comprende la realización de pruebas de ventilación espontánea. Los pacientes tuvieron patología variada y se incluyeron tanto pacientes quirúrgicos como médicos. Se excluyeron pacientes sometidos a prueba de pieza en T. Pues el presente estudio define un índice con parámetros obtenidos del ventilador con niveles de presión bajos aceptados de manera convencional para llevar a cabo una prueba de ventilación espontánea.

- **PRUEBA DE VENTILACIÓN ESPONTANEA CON SOPORTE DE PRESIÓN.**

Los pacientes fueron ventilados de manera convencional a discreción de su médico intensivista previo al inicio de la prueba de ventilación mecánica invasiva. En general como es visto en nuestra Institución los pacientes fueron ventilados en modalidad limitada por presión ciclada por flujo previo al inicio de la prueba de ventilación mecánica espontánea con niveles de presión de soporte entre 10-14 cmh<sub>2</sub>O y presión positiva al final de la espiración de 6-8 cm H<sub>2</sub>O. Una vez en la prueba de ventilación mecánica espontánea las presiones fueron cambiadas a 7 cmh<sub>2</sub>O en el soporte de presión y presión al final de la espiración de 5 cm H<sub>2</sub>O. El tiempo de la prueba de soporte de presión con el nivel de presión comentado consistió de una hora con estrecha vigilancia de los parámetros objetivos y subjetivos de tolerancia a una prueba de ventilación espontánea. Los pacientes que presentaron en cualquier momento criterio de falla a la prueba de ventilación mecánica espontánea fueron regresados a una modalidad de ventilación mecánica asistida controlada o soporte de presión a discreción del médico intensivista con parámetros en el ventilador lo suficientemente apropiados para poder ofrecer una asistencia y adecuada sincronía con el ventilador y nuevamente se sometió el paciente a una prueba de ventilación espontánea 24 horas posterior a su último intento.



Los criterios de falla a la extubación durante la prueba de ventilación espontánea fueron (11):

- 1.- Agitación y ansiedad.
- 2.-Diaforesis.
- 3.-Cianosis.
- 4.-Evidencia de aumento en el esfuerzo respiratorio demostrado por: Aumento en la actividad de los musculos accesorios de la respiración, signos faciales de stress, disnea.
- 5.-PaO<sub>2</sub> <50 mmHg con FiO<sub>2</sub> > 50% o saturación arterial <90%.
- 6.-PaC<sub>02</sub> >50 mmHg o un aumento de PaC<sub>02</sub>> 8 mmHg.
- 7.- Ph < 7.32 o una disminución en el ph <0.07 unidades.
- 8.-fR/VT > 105 respiraciones/min/L.
- 9.-Frecuencia respiratoria > 35 respiraciones /min o un aumento> 50%.
- 10.-Frecuencia cardiaca > 150 latidos por minuto o un incremento durante la prueba > 20%.
- 11.-Presión sistólica > 180 mmHg o un aumento > 20%.
- 12.-presión sistólica menor a 90 mmhg.
- 13.-Arritmias.

- **MEDICIÓN DEL ÍNDICE PREDICTIVO Y DEL CAMBIO DEL ÍNDICE DE RESPIRACIONES RÁPIDAS SUPERFICIALES.**

Todas las pruebas de ventilación espontánea fueron realizadas con técnica de soporte de presión con presión inspiratoria de 7 cmH<sub>2</sub>O y presión al final de la expiración de 5cm H<sub>2</sub>O en ventiladores Dräger Evita XL, Dräger Evita 4, Puritan Bennett Corp; Carbald California 8400 y Servo 900. 5 minutos posteriores al inicio de la prueba de ventilación espontánea se determinó el índice respiraciones rápidas superficiales bajo soporte de presión sin desconectar al paciente del ventilador además de extraer sangre venosa central y determinar saturación venosa central con FiO<sub>2</sub> de 40%. Las mismas determinaciones se llevaron a cabo al momento de los 60 minutos al término de la prueba de ventilación espontánea. La fórmula usada para calcular el índice predictivo de Fonseca fue:

$$\frac{\left[ \sqrt{\left( \frac{SvO_{2f}}{SvO_{2i}} \right)^2 + V_c^2} \times \left( \frac{SvO_{2f}}{SvO_{2i}} \right) \times V_c \right] \times \frac{1}{Fr_{final}}}{2}$$

El índice toma en cuenta los parámetros de saturación de oxígeno venosa central final e inicial, volumen corriente al final de la prueba de ventilación mecánica espontánea y frecuencia respiratoria final. Todos los pacientes fueron seguidos de manera estrecha con monitoreo electrocardiográfico, presión arterial. Pulso oximetría a través del estudio de la prueba de ventilación mecánica espontánea. Si en algún momento el paciente reunía criterios de fallo a la prueba de ventilación espontánea en ese momento el paciente era colocado en una modalidad de ventilación mecánica asisto-controlada o en la misma modalidad de soporte de presión con un nivel de presión inspiratoria lo suficientemente adecuada para permitir una sincronía adecuada y un descanso respiratorio de tal forma que se realizara una nueva prueba de ventilación espontánea en un lapso no menor de 24 horas posteriores al momento de la última prueba de ventilación espontánea. La decisión de extubar al paciente se realizó en base al resultado de la prueba de ventilación espontánea tendiendo en cuenta los criterios convencionales descritos en el consenso Amricano-Europeo de tolerancia a una prueba de ventilación mecánica invasiva. La relación matemática entre las variables fue determinada por el método de Fergusson, utilizando relación geométrica entre las tres variables, optando por un sistema cartesiano de tres ejes, encontrando que la relación óptima (tendencia a máximo) generando un volumen poliédrico.

- **ANÁLISIS ESTADÍSTICO.**

Se usaron la formulas convencionales para calcular sensibilidad (verdaderos positivos/[verdaderos positivos + falsos negativos]),especificidad ( verdaderos negativos/[ verdaderos negativos + falsos positivos]),valor predictivo positivo (verdaderos positivos/[ verdaderos positivos + falso positivos]),valor predictivo negativo ( verdaderos negativos/[ verdaderos negativos /[ verdaderos negativos + falsos negativos]) para el índice predictivo y el delta de cambio del índice de respiraciones rápidas superficiales. Un resultado verdadero positivo ocurrió cuando el índice predictivo o el delta de f/vt mostraron predicción de éxito en la prueba reventilación espontánea y el destete siguió de manera consecuente. Un resultado verdadero negativo ocurrió cuando un índice demostró predicción de fracaso en la prueba de ventilación espontánea y la falla siguió de manera consecuente, un resultado falso positivo ocurrió cuando un índice demostró predicción de éxito durante la prueba de ventilación mecánica espontánea y una vez extubado el paciente se presentó fallo a la extubación. Un resultado falso negativo ocurrió cuando un índice demostró predicción de falla a la extubación pero esta no se presentó una vez sometido el paciente a falla a la extubación.Se cálculo también la razón de probabilidades para un resultado de una prueba positiva y negativa por medio de las siguientes fórmulas. Razón de probabilidad de prueba positiva= sensibilidad/[ 1-especificidad]. Razón de probabilidad de una prueba negativa= (1-sensibilidad/especificidad)

El rendimiento predictivo de cada índice fue evaluado por medio de la realización de curvas de receptor operativo (ROC) que es una prueba que provee un análisis potente en la evaluación de la habilidad de una prueba para discriminar entre dos grupos de pacientes con la ventaja que el análisis no depende de los valores umbrales seleccionados.

Se realizo análisis de regresión logística por pasos usando como variable dependiente el éxito o fracaso en la extubación y como variables independientes el nuevo índice, así como la delta de FVT. Se considero como estadísticamente significativo una p menor a 0.05.

## RESULTADOS, ANÁLISIS Y DISCUSIÓN.

### RESULTADOS Y ANÁLISIS.

Los valores umbrales para cada índice fueron aquellos que discriminaron de la mejor manera aquellos pacientes que tuvieron éxito a la extubación de los que fallaron a la extubación (vease Tabla Numero 1).

Tabla No 1 de valores umbrales de los índices predictivos.

<i>Índice predictivo de extubación.</i>	0.10.
<i>Delta de f/vt</i>	5.

Las características generales de los pacientes se ilustran en la tabla número 2 que muestra el mayor número de días bajo ventilación mecánica invasiva en aquellos pacientes que fallaron a la extubación. Nuestro grupo de pacientes incluyo un mayor porcentaje de pacientes con antecedente de haber estado bajo choque séptico y neumonía principalmente nosocomial asociada a la ventilación mecánica.

**TABLA 2 CARACTERISTICAS DE LOS PACIENTES SOMETIDOS A PRUEBA DE VENTILACIÓN ESPONTANEA (N = 42)**

<b>Variable</b>	<b>Extubación exitosa (N=23)</b>	<b>Falla a la extubación (N=19)</b>
Edad (años)	45 ± 19	52 ± 16
Genero (M/F)	12/11	9/10
Dias de ventilación mecánica	8.4 ± 4	11.2± 5.7
<b>DIAGNÓSTICOS</b>		
Neumonía	8 (34%)	9 (47%)
Choque Séptico y Sepsis	7(30%)	8 (42%)
Postquirúrgicos	5(21%)	2 (10%)
Edema Pulm. no Cardiogénico	2 (8%)	0
Crisis miasténica	1 (4%)	0

Los pacientes fueron extubados una vez que mostraran tolerancia a la prueba de ventilación espontánea de acuerdo a los criterios convencionales por el consenso Americano-Europeo. De 42 pacientes incluidos en el estudio con 21 hombres y 21 mujeres todos fueron sometidos a prueba de ventilación espontánea y durante la realización de la misma se midió el índice predictivo de Fonseca y el delta del índice de respiraciones rápidas superficiales. Se encontró que la sensibilidad para predecir éxito a la extubación fue mayor con el uso de los criterios convencionales de extubación del Consenso Americano-Europeo de retiro del ventilador, la sensibilidad de los criterios del consenso fue del 100% seguido de una sensibilidad del 89% por el índice de Fonseca y la menor sensibilidad fue con el delta del índice de respiraciones rápidas superficiales con un 82%. Una explicación para el hallazgo de una sensibilidad del 100% con los criterios convencionales es el hecho que de manera usual no se extuba al paciente que no cumple con los criterios establecidos de tolerancia a la prueba de ventilación espontánea pues no sería ético y prudente desde el punto de vista clínico extubar con criterio de falla a la extubación. Este hallazgo también influye en el resultado del valor predictivo negativo que se encontró fue del 100% con los criterios convencionales. Se encontró un mejor perfil de predicción con el índice de Fonseca quien reportó una sensibilidad del 86% y una especificidad del 89% siendo esta mayor que la reportada usando los criterios del consenso Americano-Europeo que tuvo la peor especificidad de los tres predictores de extubación con 52%. El mejor valor predictivo negativo fue el aportado por el índice de Fonseca que aportó un valor de 85% con un valor predictivo positivo del 90%. La mejor razón de probabilidades la aportó el índice de Fonseca con un LR(+) de 7.8 interpretándose una mejor razón de probabilidades cuanto más por arriba de la unidad se encuentra el valor. Por otra parte la mejor razón de probabilidades para un valor negativo LR(-) la aportó el mismo índice de Fonseca con un LR(-) de .15. De los tres criterios formalmente probados durante este estudio clínico el mejor índice predictor fue para el índice de Fonseca seguido de los criterios convencionales. El delta del índice de respiraciones rápidas superficiales aportó una mejor especificidad que el mostrado por los criterios convencionales con 73% de especificidad contra un 52% de manera respectiva (vease Tabla Numero 3.).

Tabla 3. Precisión de los índices usados para predecir resultados en la prueba de ventilación espontánea.

<i>Índice</i>	<i>Sensibilidad</i>	<i>Especificidad</i>	<i>Valor predictivo Positivo.</i>	<i>Valor predictivo Negativo.</i>	<i>Razón de probabilidad de valor positivo</i>	<i>Razón de probabilidad de valor negativo.</i>
<i>Criterios convencionales</i>	100%	52%	71%	100%	2.0	0.
<i>Índice predictivo de extubación.</i>	86%	89%	90%	85%	7.8	.15
<i>Delta del f/Vt durante la prueba de ventilación espontánea.</i>	82%	73%	79%	77%	3	.24

En análisis de regresión se observó una  $p < 0.005$  para prueba de ventilación espontánea,  $p < 0.045$  para el nuevo índice y de  $0.050$  para la delta de FVT. Con un valor de T de 3.04, 2.08 y 2.03 respectivamente.

Se determinó área bajo la curva por el método de aproximaciones polinomiales encontrando un área de 0.89 (0.89-0.96) y para el FVT de 0.76 (0.71-0.82).

## **.DISCUSIÓN.**

El más importante hallazgo en el presente trabajo fue el encontrar que el índice predictivo de extubación tiene un mejor perfil diagnóstico en comparación con del rendimiento diagnóstico que ofrecen los criterios que representan actualmente el estándar de oro delineados por el consenso Americano –Europeo. Un índice de la debe detectar a todos los pacientes que fallan una vez extubados y este índice no ha sido posible construirse hasta la actualidad. Parece ser que la sensibilidad y especificidad aquí mostrados por el índice de predicción de extubación por medio del modelo matemático ideado por Dr. Fonseca hace evidente la mejor relación de sensibilidad y especificidad y de valores predictivos negativo y positivo. El índice predictivo de extubación toma en cuenta los cambios que ocurre en el nivel de saturación venosa central durante la realización de la prueba de ventilación espontánea. Este parámetro representa de manera indirecta la relación entre el aporte de oxígeno y consumo por los tejidos de los cuales los músculos respiratorios incluido el diafragma. Se ha visto que el consumo de estos músculos aumenta de manera importante en el paciente que falla a la extubación de tal forma que este aumento en el consumo se ve reflejado en una caída de la saturación venosa durante la realización de la prueba de ventilación mecánica espontánea. La fórmula desarrollada tiene en cuenta este cambio o delta de saturación venosa central durante el inicio y el final de la prueba de ventilación espontánea. El arreglo matemático de la fórmula desarrollada toma en consideración los cambios que hay en la frecuencia respiratoria y el volumen corriente durante los 60 minutos que duró la prueba de ventilación espontánea, estos dos parámetros ventilatorios fueron tomados en cuenta en la construcción de la fórmula en base a la información que existe sobre los cambios fisiopatológicos que se dan en el paciente con falla a la extubación. Un aumento en el autopeep con atrapamiento aéreo y un cambio en el patrón respiratorio son sucesos que suceden en el paciente que tiene falla a la extubación y estos eventos se ven reflejados en un aumento en la frecuencia respiratoria y una disminución del volumen corriente. El índice predictivo tiene un valor predictivo negativo aceptable de .85 con un valor predictivo positivo de .90 con una especificidad del 89% mejor que la reportada con un índice de respiraciones rápidas superficiales reportada por Tobin y col en 1991 quien encontró especificidad del .64 en su trabajo original de predicción de extubación con el índice de respiraciones rápidas superficiales.

Es evidente en nuestro estudio que la especificidad de los criterios convencionales del 52% esta por debajo de la encontrada con nuestras dos pruebas de predicción a la extubación. Este hallazgo le ofrece al clínico una débil herramienta para poder predecir que paciente fallara a la extubación en base a los criterios convencionales

Las limitaciones de nuestros hallazgos son las inherentes a un estudio que no fue doble ciego aleatorizado y por haberse llevado a cabo en un número limitado de pacientes. Se sugiere la realización de un estudio con aleatorización donde de manera prospectiva y cegada se realice la validación del índice predictivo. El índice predictivo parece discernir con seguridad a los pacientes que fallaran o toleraran una prueba de ventilación espontánea y parece que el punto corte que puede ser útil en la diferenciación es .010. El comportamiento del delta del índice de respiraciones rápidas superficiales durante la prueba de ventilación espontánea reportó ser el índice con el mejor perfil en la capacidad predictiva de la prueba de ventilación espontánea con un valor de p .050 en relación con un valor de p de .050 para el índice predictivo . El mayor valor de predicción se encontró en la prueba de criterios convencionales con una p de .005 ,este valor es claramente superior al valor de p de los otros índices por el hecho que en el análisis de regresión el valor fue numérico para los índices predictivos y solo fue un valor binomial dicotómico para el análisis . Los valores de área bajo la curva fueron superiores para el índice predictivo de Fonseca con un valor de 0.89 (IC 0.89-0.96) en comparación con el área bajo la curva del índice de respiraciones rápidas superficiales 0.76(0.71-0.82). Hasta el momento son pocos los estudios reportados en la literatura mundial que han evaluado el impacto del comportamiento del delta del índice de respiraciones rápidas superficiales en la capacidad predictiva de una prueba de ventilación espontánea. Los valores de p y el área bajo la curva muestran un comportamiento no despreciable en la capacidad predictiva de este índice en la predicción de éxito o fracaso.



## CONCLUSIONES:

El nuevo índice de predicción de éxito o fracaso a la extubación ofrece una capacidad de predicción de éxito y fracaso de la prueba de ventilación espontánea que puede ser útil en la práctica clínica del intensivista que se enfrenta de manera cotidiana a la incertidumbre de la toma de decisión de extubar o no a un paciente que ha logrado salir de la condición que lo llevo a necesitar presión positiva con un ventilador. Los criterios convencionales seguirán siendo el estándar de oro que normara la conducta de extubación a pesar de no poder detectar a un 10-13 % de pacientes que fallaran aun tendiendo una prueba de ventilación espontánea en orden. El índice de Fonseca tiene en cuenta los cambios de la frecuencia respiratoria, volumen corriente y de la saturación venosa central en el análisis de la predicción de éxito o fracaso a la extubación. Estos parámetros son los que más se modifican durante la prueba de ventilación espontánea en el paciente que falla a la extubación y suena lógico que un índice que tome en cuenta los cambios de estos parámetros muestre utilidad en la predicción a la prueba de ventilación espontánea. El cambio del índice de respiraciones rápidas superficiales durante la realización de la prueba de ventilación espontánea demostró también orientar en el comportamiento ventilatorio de los pacientes con tendencia a tener mayores índices en aquellos que no logran pasar la prueba de ventilación espontánea. Un abordaje que se propone en este trabajo es que se realice la medición del índice predictivo y del delta de l índice de respiraciones rápidas superficiales durante la realización de la prueba de ventilación espontánea y se tome la decisión de extubar en base a la información de los índices.

. El nuevo índice tiene una capacidad predictiva superior en comparación con la prueba de ventilación espontanea y la delta de FVT. Es probable que la inclusión de la saturación venosa de oxígeno haya modificado la capacidad de la frecuencia respiratoria y el volumen corriente exclusivamente como predictores.

Al observarse a detalle caso por caso se apreció que sería de mayor utilidad ajustar el volumen corriente indexándolo por kilogramo de peso e incorporar dicho dato en la fórmula.

## RECOMENDACIONES.

La realización de la medición del índice predictivo de Fonseca además del delta del índice de respiraciones rápidas superficiales durante la realización de una prueba de ventilación espontánea serían de ayuda en la toma de decisión de extubar o no a un paciente que esta bajo prueba de ventilación de soporte de presión. La mejor especificidad del índice predictivo y del delta del índice de respiraciones rápidas superficiales podrían ayudar al clínico a poder detectar aquel grupo de pacientes que fallarían a la extubación a pesar de haber mostrado limites dentro del rango de acuerdo a los criterios convencionales. Los resultados aquí demostrados por medio del índice tendrán que ser sometidos a mayor escrutinio por medio de estudios prospectivos con mejor aleatorización y mayor numero de pacientes para poder documentar la verdadera utilidad del índice predictivo y del comportamiento del delta del índice de respiraciones rápidas superficiales. El comportamiento de nuestro índice aquí descrito solo se evaluó en pacientes conectados al ventilador durante la prueba de ventilación espontánea bajo la modalidad de soporte de presión, se desconoce el comportamiento de esta prueba bajo prueba en pieza en T y seria de interés poder realizar un estudio que tome en cuenta ambos índices durante la pieza en T.

La predicción de extubación es un evento complejo pues existen múltiples factores que pueden participar en el fallo o éxito a la extubación y solo abordar el aspecto hemodinámico y respiratorio podría ser incompleto en el proceso de la discontinuación del ventilador. El retiro del ventilador seguirá siendo un arte que exigirá del clínico intensivista luz en su mente y arte en sus manos para poder tomar la decisión correcta .No se ha inventado un índice ideal que logre predecir todos los eventos que sucederán una vez extubado el paciente.

### ANEXO. Hoja de recolección de datos.

NOMBRE.	
EDAD.	
REGISTRO.	
DIAGNÓSTICO.	
DIAS DE VENTILACION MECÁNICA.	
DIAMETRO D TUBO ENDOTRAQUEAL.	
DURACION DE PRUEBA DE VENTILACIÓN.	
CURSO/EVOLUCION EN HOSPITAL.	
RESULTADO DE PRUEBA DE V.ESPONTÁNEA.	
MODO DE VENTILACION MECÁNICA.	
CAUSA DE FRACASO DE PRUEBA V. ESPON.	
SOFA	
COMORBILIDADES	

PARÁMETRO	INICIO DE SBT.	FINAL DE SBT.
SV02.		
FR.		
VC.		
F/VT		
PH VENOSO.		
D.DINÁMICA		
PRESIÓN PICO		
PRESIÓN MEDIA.		
PEEP		
VOLUMEN MINUTO		
FRECUENCIA CARDIACA		
TENSIÓN ARTERIAL MEDIA		
SATURACIÓN OXIMETRIA.		
PRESION VENOSA DE O2		
LACTATO.		
PCO2		
FI		
FE		

## BIBLIOGRAFÍA

- 1.-Pilbeam S.Cairo J.M.Mechanical Ventilation.Physiological and Clinical Applications.Edit. Mosby 2006. chapter 20.pp 443-467.
- 2.-Krieger B.P., Isber J. Breitenbucher A.Serial Measurement of the rapid Shallow-Breathing Index as a predictor of weaning Outcome in Ederly Medical Patients. Chest. 1997; 1029-34.1
- 3.-El-Khatib M.F.,Zeineldine S.M.,Jamaledine G.W. Effect of pressure support ventilation and positive end expiratory pressure on the rapid shallow breathing index in the intensive care unit patients.Intensive Care Medicine (2008) 34: 505-510
- 4.-Yang K.L.,Tobin Martin J.A prospective study of indexes predicting the outcome of trials of weaning from mechanical ventilation. NEJM 1991; 324: 1445-50.
- 5.-Jubran A. Matru M. Dries. Tobin M, J. Continuous recordings of mixed venous oxygen saturation during weaning from mechanical ventilation and the ramifications thereof. Am.J.resp.Crit.Care Med. Vol. 158; pp 1763-1769, 1998.
- 6.-Vassilakopoulos T.,Routsi C.,Sotiropoulou C. The combination of the load/force balance and the frequency/tidal volume can predict weaning outcome. Intensive Care Medicine. (2006) 32: 684- 691.
- 7.-Johanngman J.A., Davis K.,Campbell R.S. Use of the rapid shallow breathing index as a indicator of patient work of breathing during pressure support ventilation. Surgery 1997;122: 737-41.

8.-Boles J-M., Bion J.,Connors A.,Herridge M. Weaning from Mechanical ventilation .Task Force. *Eu.Respir.Journal* 2007; 29: 1033-1056.

9.-Jubran A.,Tobin Marin J.Passive mechanics of lung and chest wall in patient who failed or succede in trials of weaning. *Am.J. Resp. Crit.Care Med.* 1997; 155: 916-921.

10.-Jubran A. Matru M. Dries. Tobin M, J. Continuous recordings of mixed venous oxygen saturation during weaning from mechanical ventilation and the ramifications thereof. *Am.J.resp.Crit.Care Med.* Vol. 158; pp 1763-1769, 1998.

11.-MacIntyre N.R.,Cook D.,Wesley E.Evidence Based guidelines for weaning and discontinuing ventilatory support. *CHEST* 2001; 120: 375S-395S.

12.-Raurich J. M.Rialp G, Ibañez J. Campillo C. Hypercapnia test as a predictor of success in spontaneous breathing trials and extubation. *Respiratory Care.* 2008; 53(8):112-1018.

13.-Jubran A.Grant B.J.Laghi F.Parthasarathy.Weaning prediction. *Am. J. Resp.Crit.Care .Med.* Vol. 171.pp 1252-1259, 2005.

14.-MacIntyre Neil. Discontinuing Mechanical Ventilatory support. *CHEST* 2007;132: 1049-1056.

15.-MacIntyre Neil. Respiratory Mechanics in the Patient who is Weaning from the ventilator. *Respiratory Care* 2005;50(2):275-284.