

UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
POST-GRADO DE MEDICINA CRITICA
HOSPITAL "DR. ANGEL LARRALDE"

Trabajo de Investigación para optar al Título de Especialista en
Medicina Critica

**"Determinación de la PEEP Optima, en base al Cálculo de
Capacidad Residual Funcional"**

Autor:

Dr. Teófilo Ortega

Tutor:

Dra. Zaida Miranda

AGRADECIMIENTO.

Primeramente a Dios, por la dicha de la vida, luego a mi familia por ser mi cimiento, al personal de la Unidad de Terapia Intensiva del Hospital Dr. Ángel Larralde, a los instructores de posgrado, y a mis compañeros de curso, al grupo de trabajo de la Unidad de Terapia Intensiva del C.M. Dr. Guerra Méndez, quienes me dieron la oportunidad de formar parte de esta investigación, y un agradecimiento especial a la Dra. Susana González por el impulso que me brindo durante todos estos años.

Muchas Gracias

INDICE.

INTRODUCCION.....	1
OBJETIVOS:	
Objetivos. Generales y Específicos.....	11
HIPOTESIS:	
Hipótesis General e Hipótesis Nula.....	12
OPERACIONALIZACION DE VARIABLES.....	13
METODOLOGIA:	
Tipo de Diseño de Investigación.....	14
Criterios de Inclusión y Exclusión.....	14
Población y Muestra.....	15
Técnica y Recolección de Datos.....	15
Instrumento.....	15
Técnica de Procesamiento e Interpretación de Datos.....	16
RESULTADOS.....	17
DISCUSION.....	24
CONCLUSION.....	26
BIBLIOGRAFIA.....	27

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1.....	17
Tabla N° 2.....	17
Tabla N° 3.....	18
Tabla N° 4.....	20
Tabla N° 5.....	21
Tabla N° 6.....	22
Tabla N° 7.....	23

RESUMEN.

Uno de los problemas más complejos de resolver en cualquier situación asociada a la ventilación de pacientes con Síndrome de Dificultad Respiratoria Aguda (SDRA) es establecer la Presión Positiva al Final de la Espiración (PEEP) Optima. No existe un criterio estándar para determinar el nivel óptimo de PEEP en pacientes con SDRA. Mediante la combinación de los avances logrados en la tecnología de espirometría de flujo, con el nuevo sistema de medición de la Capacidad Residual Funcional (CRF), se puede lograr medir la CRF de un paciente ventilado mecánicamente. Se intenta en este estudio: evaluar la medición de la Capacidad Residual Funcional (CRF) como parámetro útil en la determinación de la Presión Positiva al Final de la Espiración (PEEP) optima, en pacientes con Síndrome de Dificultad Respiratoria Aguda (SDRA), que ingresaron a la Unidad de Cuidados Intensivos "Dr. Oscar Lander" del Centro Medico "Dr. Guerra Méndez", en Valencia, Estado Carabobo, durante el año 2011. Se evaluaron 7 pacientes, 4 femeninas y 3 masculinos, con edades entre 21 a 72 años (media de 45) y de 16 a 63 años (media de 35) respectivamente. Los resultados se sistematizaron en un base de datos Microsoft®Excel, luego procesados estadísticamente con Statgraphics Plus 5.1, y se presentaron en matrices de correlaciones. Se utilizó el coeficiente de correlación ordinal de Spearman, para los valores obtenidos en los distintos momentos del estudio (ingreso, 48 horas y final) de las variables incluidas. A las variables cuantitativas continuas se les calculó media \pm error estándar y la comparación en los distintos momentos del estudio se hizo con el análisis de varianza (ANOVA) para verificar diferencias significativas entre las mismas. El nivel de significancia estadística P fueron valores inferiores a 0,05 ($P < 0,05$). **Resultados:** La evolución de la Peep tuvo diferencias estadísticamente significativas ($P = 0,0080$): No hubo correlación entre la Peep y la evolución de los parámetros gasométricos ($PaFIO_2$ y $D(A-a)$ de O_2); los valores de la CRF general si mostraron correlación estadística con $PaFIO_2$ ($P = 0,0213$; $r_s = 0,56$) y con la $D(A-a)$ de O_2 ($P = 0,0050$; $r_s = -0,68$); la CRF mostró en el tiempo correlación negativa alta, significativa estadísticamente ($P = 0,0454$; $r_s = -0,88$); los valores en el tiempo de Presión Media en la Vía Aérea resultaron estadísticamente significativa ($P = 0,0253$). **Conclusión:** Fue posible obtener un valor de Peep mediante la determinación de la CRF, pero no hubo relación estadísticamente significativa con la $PaFIO_2$, ni con $D(A-a)$ de O_2 . La CRF presento una relación significativa con la $PaFIO_2$, $D(A-a)$ de O_2 y con el tiempo en Ventilación Mecánica. La evolución de la Peep y Presión Media en la Vía Aérea reveló significancia estadística. Existen evidencias parciales que demuestran tendencias de la relación entre la Peep optima y la CRF, se requieren estudios más amplios demostrarlo.

Palabras Claves: Capacidad Residual Funcional (CRF), Peep Optima.

SUMMARY.

One of the most complex problems to solve in any situation associated with the ventilation of patients with Syndrome of Acute Respiratory Difficulty (ARDS) is to establish the Positive Pressure to the End of the Exhalation (PEEP) Optima. There is not a standard criterion for determining the optimal level of PEEP in patients with ARDS. Can both be measured the CRF of a mechanically ventilated patient through the combination of advances in the technology of spirometry flow, with the new system of measuring the functional Residual capacity (FRC). Tries in this study: evaluate the measurement of the Functional Residual Capacity (FRC) as optimal parameter useful in the determination of the positive pressure to the end of the exhalation (PEEP), in patients with Syndrome of Acute Respiratory Difficulty (ARDS), which were admitted to the intensive care unit "Dr. Oscar Lander" of the Medical Center "Dr. Guerra Méndez", in Valencia, Carabobo State, Venezuela, during 2011. We assessed 7 patients, 4 women and 3 men, aged 21 to 72 years (average of 45) and 16 to 63 years (mean 35) respectively. The results are systematized in a database Microsoft® Excel, then statistically processed with Statgraphics Plus 5.1, and arose in matrices of correlations. The ordinal, Spearman's rank correlation coefficient, was used for the values obtained in the different moments of the study (income, 48 hours and end) of the variables included. The continuous quantitative variables were calculated them mean \pm standard error and comparison in the various stages of the study was done with the analysis of variance (ANOVA) to verify significant differences between them. The level of statistical significance P were values lower than 0,05 ($P < 0,05$). **Results:** The evolution of the Peep had statistically significant differences ($P = 0,0080$): there was no correlation between Peep and the evolution of the gasometrics parameters (PaFIO₂ and D (A-a.) of O₂); the values of the CRF in general if they showed statistical correlation with PaFIO₂ ($P = 0,0213$; $r_s = 0.56$) and D (A-a.) of O₂ ($P = 0.0050$; $r_s = - 0.68$); the CRF at the time high, significant negative correlation showed statistically ($P = 0,0454$; $r_s = - 0.88$); values in airway pressure half time were statistically significant ($P = 0,0253$). **Conclusion:** It was possible to obtain a value of Peep through the determination of the CRF, but there was no statistically significant relationship with the PaFIO₂, or D (A-a.) of O₂. The CRF present a significant relationship with PaFIO₂, D (A-a.) of O₂ and the time on mechanical ventilation. The evolution of the Peep and Media pressure in the airway revealed statistical significance. Partial evidence that demonstrate trends in the relation between Peep optima and the CRF, will require larger studies prove this.

Key words: Functional Residual Capacity (FRC), Peep Optima.

INTRODUCCION

El Síndrome de Dificultad Respiratoria Aguda (SDRA) es un cuadro clínico de relativa frecuencia en las Unidades de Cuidados Intensivos (UCI), de una elevada morbi-mortalidad, la que no ha sido modificada significativamente a pesar de los avances en la investigación clínica. El SDRA está asociado a una serie de situaciones y entidades nosológicas que pueden afectar la función pulmonar, una combinación juiciosa e informada de las diferentes alternativas terapéuticas disponibles es la única opción conocida hoy día para el manejo de estos pacientes. Fue reconocido como una entidad clínica individual a partir de la descripción original de Ashbaugh, Petty y colaboradores en 1967 (1), y desde entonces hasta ahora el esfuerzo en investigación realizado en este campo ha sido extraordinario.

La incidencia del SDRA se desconoce, sin embargo, diversos estudios sugieren una incidencia de 1,5 a 8,3 por 100.000 habitantes por año. Se admite, sin embargo, que la incidencia real está por debajo del estimado original de 60 casos por 100.000 habitantes por año. (Angel y col. en 2006) (2) En Argentina, Estenssoro y col. en el 2002 (3), evaluando 3.050 ingresos en cuatro UTI durante un periodo de 15 meses, comprobaron una incidencia de SDRA del 7,7%.

En la Reunión del Consenso Americano-Europeo (AECC) en 1994 (4), se establecieron los criterios de definición de la Injuria Pulmonar Aguda y del Síndrome de Dificultad Respiratoria Aguda. Reconociendo que el espectro clínico de presentación incluye un continuo de alteraciones de los gases en sangre arterial así como de las anormalidades radiográficas y de la compliance toraco-pulmonar; y que cualquier límite en ellos sería arbitrario en una definición de síndrome.

Si bien la PEEP (presión positiva al final de la espiración) tiene un importante efecto sobre el shunt intra-pulmonar y el intercambio gaseoso, no se la incluyó en el criterio de oxigenación. Una de las razones invocadas es

que en ocasiones el efecto de un cierto nivel de PEEP es tiempo dependiente, siendo efectivo en un particular enfermo en minutos y en otros en horas. Villar y Perez-Méndez en 2006 (5), sin embargo, insisten en la necesidad de referir el valor de PEEP en los pacientes ventilados, por cuanto el grado de oxigenación puede variar en relación con la PEEP aplicada.

La falla respiratoria aguda se clasificó en base a la magnitud de la hipoxemia, definida como PO_2 dividida por la fracción inspirada de oxígeno ($PaFIO_2$), se dividió clásicamente en: Injuria Pulmonar Aguda (ALI), ($PaFIO_2$ 200-300) y Síndrome de Dificultad Respiratoria Aguda (SDRA) para $PaFIO_2 < 200$; (4) y una categoría no consensuada, para la falla respiratoria con $PaFIO_2 < 100$, que requeriría de medidas de manejo extraordinarias. (6, 7)

Ferguson y col. en 2001 (8), propusieron criterios para definir el cuadro y a la vez realizar el diagnóstico del SDRA, conocidos como los criterios de Delphi, que incluyen:

- 1.- PaO_2/FiO_2 menor de 200 mm Hg (con PEEP mayor o igual a 10 cm H₂O)
- 2.- Comienzo dentro de las 72 horas
- 3.- Lesión pulmonar en dos o más cuadrantes en la radiografía de tórax
- 4.- Origen no cardiogénico
- 5.- Compliance estática pulmonar menor de 50 ml/cm
- 6.- Factor predisponente reconocido.

Raineri y cols en 2012 (9), publicaron las conclusiones del panel de expertos, iniciativa de la Sociedad Europea de Medicina Intensiva, avalada por la Sociedad Americana de Tórax y la Sociedad de Medicina de Cuidados Críticos, concordaron en una definición de SDRA. En esencia el concepto se mantiene como una entidad pulmonar aguda y difusa, inflamatoria, con aumento del peso del pulmón y de la pérdida de tejido pulmonar aireado,

cuyo resultado condiciona un aumento de la permeabilidad vascular y disfunción del agente tensoactivo, produciendo grados variables de colapso y relleno alveolar. Los marcadores clínicos son la hipoxemia y las opacidades bilaterales radiológicas, asociadas con aumento de sangre venosa mixta, del espacio muerto fisiológico y disminución de la distensibilidad pulmonar. Se elimina el concepto de Injuria Pulmonar Aguda y se estratifica el SDRA en tres niveles: Leve, Moderado y Grave, de acuerdo al grado de hipoxemia presente. Además, para cada nivel de gravedad debe cumplirse con criterios obligatorios: Tiempo de Inicio, Imagen Torácica y Origen del Edema Pulmonar. (Tabla 1).

Tabla 1. NUEVA DEFINICION DE BERLIN DE SDRA.

	LEVE	MODRADO	SEVERO
Tiempo de Inicio	Inicio de 1 semana de conocida la injuria clínica o nuevo o deterioro de los síntomas respiratorios		
Imagen Torácica (Rx o TAC)	Opacidades bilaterales –no explicables por derrames, atelectasias lobares o pulmonar o nódulos		
Origen de Edema	Falla respiratoria no explicable completamente por insuficiencia cardiaca o sobrecarga hídrica. Necesita evaluación objetiva (Ej: Ecocardiograma) para excluir edema hidrostático si no hay factor de riesgo presente.		
Hipoxemia PaO ₂ /FiO ₂	200-300 PEEP/CPAP≥5	≤200->100 PEEP ≥5	≤100 PEEP≥5

Fuente: Ranieri VM, et al. Acute Respiratory Distress Syndrome The Berlin Definition. JAMA 2012; 307(23): doi: 10.1001/jama.2012.5669.

En el consenso de Berlín, además de definir la patología, factores de riesgo, realiza un esfuerzo de unificar criterios para el manejo del tratamiento del SDRA (10). Actualmente, el tratamiento consiste en ventilación mecánica,

el desafío que se plantea apunta a determinar que estrategias ventilatorias son capaces de minimizar la lesión producida por la patología en sí, así como por el ventilador, y lograr procurar un intercambio gaseoso razonable que sostenga la vida durante todo el proceso de recuperación del paciente.

Entre las opciones terapéuticas se señalan el uso de bajos volúmenes ventilatorios, el manejo óptimo de la PEEP, la ventilación no invasiva, el manejo de bloqueadores neuromusculares, la posición prono, la ventilación de alta frecuencia oscilatoria y la ECMO, entre otros.

Se concluyó que la mejor estrategia ventilatoria, por su impacto en reducir la lesión pulmonar inducida por ventilador, es el uso de bajo volumen corriente. Este método emplea el peso ideal, incluso en pacientes obesos, ya que el tamaño y peso del pulmón no aumentan a la vez con el peso corporal (5 a 6 mL/kg de peso) (11, 12).

Ventilación mecánica no invasiva. Es un método rápido y efectivo en pacientes con insuficiencia respiratoria hipercápnica (13,14). Es la intervención de primera elección en pacientes con EPOC y con falla cardíaca (15, 16). Algunos autores señalan la disminución de infecciones respiratorias cuando se utiliza la ventilación mecánica no invasiva (17). En los pacientes con SDRA y obesidad, hay alteraciones en la monitorización ventilatoria, disminución en la capacidad pulmonar total (CPT), capacidad residual funcional (CRF) y capacidad vital (CV); también hay una reducción en la presión pleural con incremento en la resistencia en la vía aérea, a causa del aumento de peso de la pared costal y de la presión abdominal por la obesidad. Con la elevación de la presión pleural, la presión transpulmonar se convierten en menos positiva (o más negativa) y por ende el parénquima pulmonar es menos distensible y más colapsable y puede haber más atelectasias. Aunque faltan estudios para comprobarlo, la ventilación mecánica no invasiva en el paciente obeso, podría ser una estrategia de destete en ventilación mecánica para prevenir la intubación. (18)

En los pacientes sometidos a ventilación mecánica por SDRA, los bloqueadores neuromusculares pueden mejorar la oxigenación y reducir la prolongación de la ventilación mecánica inducida por la lesión pulmonar. Su uso prolongado se asocia con debilidad muscular, por ello se ha planteado limitar su aplicación a pacientes muy graves y usarlos por el menor tiempo posible. (19)

Posición Prono. Estrategia para reclutar los pulmones en pacientes con SDRA. Esta posición hace que el peso del cuerpo sea soportado por el esternón y permite una mejor distensión del pulmón y disminución del colapso; así, mejora la relación ventilación/perfusión (V/Q), ya que disminuye el cortocircuito y optimiza los índices de oxigenación (20). A pesar de los beneficios de la oxigenación, no se ha demostrado su impacto en la reducción de la mortalidad y por ello se ha propuesto su uso temprano y durante ocho a doce horas. (21)

Ventilación de alta frecuencia oscilatoria (VAFO). La ventilación de alta frecuencia oscilatoria es una alternativa de ventilación como protección pulmonar que se utiliza tanto en niños como en adultos, cuando el paciente presenta hipoxemia refractaria con $Pa/FiO_2 < 60$ mm Hg. El objetivo de la alta frecuencia es aumentar la presión media de la vía aérea realizando reclutamiento alveolar (22, 23). Aunque Metha en 2004 (22), se demostró que la ventilación de alta frecuencia puede aumentar la función ventricular derecha y además puede producir disminución en el retorno venoso e hipotensión. Sin embargo, Pacht y colaboradores en 2006 (23), compararon la oxigenación en pacientes con SDRA pulmonar y extrapulmonar en alta frecuencia y no encontraron diferencias de mejoría en la oxigenación. (24)

El óxido nítrico ha demostrado efectividad especialmente en el tratamiento de pacientes pediátricos; aún se requieren estudios para comprobar sus efectos en pacientes adultos. (25)

En 1984 se inició el uso de la oxigenación con membrana extracorpórea (ECMO) como una nueva medida de tratamiento para los

pacientes con hipoxemia refractaria. Es una técnica especial que permite dar un tiempo para que un corazón o pulmón enfermo descanse y se recupere mientras se realiza la circulación de su sangre a través de una bomba y pulmón artificial (oxigenador de membrana) y adicionalmente, se mejora la entrega de oxígeno a los tejidos con la remoción del anhídrido de carbono (CO₂) (26). El uso de ECMO se indica en pacientes que requieren apoyo cardiopulmonar a corto plazo. En la actualidad, se dispone de dos formas para entregar este sistema de soporte vital: la membrana de oxigenación extracorpórea (ECMO) y los dispositivos de asistencia ventricular (AVD). Así mismo, existen dos tipos de ECMO: veno-venosa, que se usa en casos de insuficiencia pulmonar con buena función cardíaca (son ECMO para pulmón o ECMO pulmonar), con el cual se evita el riesgo de hiperoxia y de embolismo arterial. Y veno-arterial (circulatorio o cardiopulmonar) que tiene como limitación la canulación de la arteria carótida y sus complicaciones (27). Tanto la ECMO como la AVD se han convertido en opciones terapéuticas en pacientes con deterioro marcado de su estado cardiopulmonar, generando resultados favorables y reducción de las cifras de mortalidad.

El heliox es un gas incoloro, inerte e inodoro, que se ha utilizado como terapia médica desde que Barach, en 1934, la describió (28). Se usa para mejorar la oxigenación y contrarrestar la obstrucción de la vía aérea en pacientes pediátricos con asma y bronquiolitis severa, demostrando efectividad para disminuir la producción de moco (29). La estrategia ventilatoria con oxiheliox en Pediatría ha demostrado una disminución de la resistencia del sistema respiratorio en pacientes con falla inducida por el virus sincitial respiratorio, pese a que faltan estudios que respalden esta conclusión (30). Algunos ventiladores no están diseñados para administrar este medicamento por lo cual su uso se torna complejo y costoso. No se ha demostrado que reduzca la mortalidad ni la necesidad de intubación. (21)

En condiciones normales, las superficies cubiertas de surfactante permiten al pulmón inflar y desinflar a presiones similares para un mismo

volumen pulmonar. Al contrario, el pulmón injuriado se caracteriza por una curva presión volumen desplazada a la derecha, dada por su reducida capacidad de aireación y su depleción de surfactante. (31)

Hay dos razones por las que la CRF es importante desde el punto de vista fisiológico en la comprensión de la dinámica respiratoria y por ende en el tratamiento del SDRA:

- Permite mantener el intercambio de gases entre las respiraciones.
- Mantiene físicamente abiertas las vías respiratorias.

Con el trabajo de Hedenstierma en 1933 (32), escribió lo siguiente “relativamente pocos estudios se han desarrollado en refinar las técnicas de medición de volúmenes pulmonares a la cabecera del paciente crítico con ventilación mecánica, y esto podría servir de guía en el tratamiento y selección de parámetros ventilatorios”. Aunque el término Volumen Pulmonar al Final de la Espiración, también se menciona en muchos trabajos, aplicándose a la CRF medida en los casos donde se aplica PEEP. (33)

El método de dilución permite medir teniendo presente estos aspectos fisiológicos, plantea la necesidad de realizar la medición estos volúmenes pulmonares siendo los primeros intentos los descrito por Davy en 1800 (34), siendo modificado más tarde.

La técnica se basa en instilar trazas de un gas poco soluble, tales como H₂, SF₆, He, Argón, Xenón 133 u O₂ en un circuito respiratorio con volumen conocido, al equilibrarse la concentración del gas inerte inhalado, se determina la CRF como la relación del gas inerte inhalado y la fracción del gas conocida, aunque solo toma en cuenta las áreas de pulmón ventiladas donde el aire queda atrapado.

Manejo óptimo de la PEEP. La presión positiva al final de la espiración (PEEP), es el mantenimiento artificial de una presión positiva después de una espiración completa. Teniendo como objetivo de su uso el mejorar la oxigenación y mantener distendido el alvéolo aumentando la capacidad

residual funcional (CRF) (35). La aplicación de PEEP, produce un aumento de la presión intratorácica y puede disminuir el gasto cardíaco. (36)

Existe controversia en la literatura en cuanto a conocer la PEEP óptima que se le debe administrar al paciente con SDRA, debido a esto en la actualidad se ha podido concluir que la mejor PEEP es aquella que mantiene al paciente con buena oxigenación sin aumentar las presiones de la vía aérea, especialmente la presión meseta. (37)

Uno de los problemas más complejos de resolver en cualquier situación asociada a la ventilación de pacientes con SDRA es establecer la PEEP óptima. No existe aún un criterio estándar para determinar el nivel óptimo de PEEP.

Cuando se intenta decidir la PEEP óptima para un determinado paciente, el clínico debe recordar lo siguiente:

- 1) Muchos de los métodos descritos para elegir la PEEP óptima en la literatura médica son muy imprecisos, lentos, o técnicamente difíciles de implementar en la práctica común.
- 2) La PEEP óptima es probable que se trate de un objetivo cambiante que es alterado por otros factores tales como los movimientos de fluidos, la respuesta inflamatoria, y otras variables del ventilador tales como el volumen corriente. En efecto, varios estudios han mostrado que el volumen corriente por si puede impactar el reclutamiento independientemente de la PEEP.
- 3) Es improbable que exista una PEEP única capaz de mantener un reclutamiento óptimo y no produzca sobredistensión. En efecto, la PEEP óptima debería lograr el máximo reclutamiento con la menor sobredistensión, pero es improbable que exista un punto en que estos dos hechos coincidan.
- 4) Mientras el efecto a corto tiempo del reclutamiento pulmonar se hace evidente en forma inmediata por el aumento de la PaO₂, los

efectos desfavorables producidos por la lesión de sobredistensión, volotrauma o injuria por estrés de estiramiento es más probable que se verifiquen tardíamente. (38)

En el trabajo de IG Bikker en 2009 (39), se examinó a 45 pacientes con ventilación mecánica sedados en una UCI mixta de un hospital universitario. Los pacientes fueron divididos en tres grupos: primero con insuficiencia respiratoria previamente con función pulmonar normal; otro con trastornos primarios pulmonares y el tercero con trastornos no pulmonares. En todos los pacientes las mediciones CRF se realizaron en tres niveles PEEP (15 cmH₂O, 10 cmH₂O, 5 cmH₂O). La gasometría arterial también se obtuvo en cada nivel PEEP. Los valores obtenidos de CRF disminuyeron significativamente con la reducción gradual de los niveles de PEEP de 15 a 5 cmH₂O, mientras que la relación PaO₂/FiO₂ no cambió. Esto indica que el monitoreo de la función pulmonar de un paciente podría ser un prerrequisito para encontrar la PEEP óptimo para prevenir el volumen de lesión pulmonar.

Actualmente, mediante la combinación de los avances logrados en la tecnología de los ventiladores mecánicos con la inclusión de nuevos sistemas de software, permiten realizar con la espirometría de flujo continuas en el paciente crítico con ventilación mecánica, la medición de la CRF, Stenqvist, 2003 (40).

Estos nuevos métodos integran los algoritmos de software y la monitorización de gases directamente en el ventilador, reduciendo así los problemas del pasado, no es necesario utilizar gases suplementarios ni dispositivos especiales para la monitorización de gases, ya que la CRF del paciente se calcula utilizando el módulo compacto para vías respiratorias, el equipo ya puede medir la CRF sin interrumpir las funciones de ventilación mecánica.

La determinación de la CRF se basa en los valores de consumo de O₂ (VCO₂) y nivel de extracción de O₂ (EtO₂) y CO₂ (EtCO₂). Todos estos

valores deben ser válidos para dar como resultado valores de CRF aceptables.

Se necesitan patrones de respiración constantes para obtener mediciones de VCO₂ válidas. Si el patrón respiratorio del paciente no proporciona volúmenes tidales, frecuencia respiratoria y lecturas de CO₂ uniformes, la medición de la CRF no será precisa.

Precisión:

- VO₂ y VCO₂ son precisos dentro de un 10% o 10 ml cuando FiO₂ < 65%, y dentro de un 15% cuando el 65% < FiO₂ < 85%.

- El valor de la CRF es preciso dentro del 20% o 180 ml para los valores reales de CRF.

- El valor de la CRF se puede repetir dentro de un margen del 10% cuando la medición se realiza con los mismos ajustes y condiciones.

Entre los factores que podrían dar lugar a datos no válidos se incluyen:

- Frecuencias respiratorias rápidas e irregulares
- Grandes variaciones en los volúmenes tidales
- Fiebre alta
- Agitación
- Estados neurológicos que alteran la respiración

Reevaluando la información obtenida de los trabajos previos, se planifica un estudio para dar respuesta a la interrogante: podemos con la tecnología de los ventiladores con que se cuenta, realizar mediciones fidedignas de CRF en pacientes críticamente enfermos con criterios SDRA en ventilación mecánica y de esta forma tomar decisión sobre el nivel de la PEEP que nos garantice mejor nivel de oxigenación y tener el menor daño pulmonar posible. Esto, representaría un paso más en la comprensión de

este problema al que nos enfrentamos los médicos frecuentemente en las Unidades de Terapia Intensiva.

OBJETIVOS

Objetivo General:

Evaluar la medición de la Capacidad Residual Funcional (CRF) como parámetro útil en la determinación de la Presión Positiva al Final de la Espiración (PEEP) Optima, en pacientes con Síndrome de Dificultad Respiratoria Aguda (SDRA), que ingresaron a la Unidad de Cuidados Intensivos “Dr. Oscar Lander” del Centro Medico “Dr. Guerra Méndez”, en Valencia, Estado Carabobo, durante el año 2011.

Objetivos Específicos:

1.- Determinar la relación de la PEEP optima, obtenida por la medida de la CRF, con el tiempo de evolución de los pacientes con SDRA.

2.- Correlacionar la PEEP optima, obtenida por la medida de la CRF, con la relación Presión Arterial de Oxígeno/Fracción Inspirada de Oxígeno (PaO_2/FiO_2).

3.- Correlacionar la PEEP optima, obtenida por la medida de la CRF, con Gradiente Arterio-alveolar de Oxígeno ($D(A-a)O_2$) en los pacientes con SDRA.

4.- Observar la evolución de la CRF de los pacientes con SDRA.

HIPOTESIS

Hipótesis General:

La medición de la Capacidad Residual Funcional es una herramienta útil en la determinación de la Presión Positiva al Final de la Espiración en pacientes con Síndrome de Dificultad Respiratoria Aguda.

Hipótesis Nula:

La medición de la Capacidad Residual Funcional no es una herramienta útil en la determinación de la Presión Positiva al Final de la Espiración en pacientes con Síndrome de Dificultad Respiratoria Aguda.

OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

VARIABLE		INDICADOR	TIPO
INDEPENDIENTE	Capacidad Residual Funcional	Niveles de volumen en centímetros cúbicos cm ³	ORDINAL
	Gradiente Arterio-alveolar de Oxígeno	Niveles de presión en milímetros de Mercurio mmHg	
	Relación Presión Arterial de Oxígeno/ Fracción Inspirada de Oxígeno	Niveles de presión en milímetros de mercurio	
DEPENDIENTE	Presión Positiva al Final de la Espiración	Niveles de presión en centímetros de agua	
	Tiempo en Ventilación Mecánica	Días	

METODOLOGIA.

Tipo de Diseño de Investigación.

Con los datos obtenidos sobre la CRF se planifica un estudio de carácter experimental, descriptivo, correlacional, en los pacientes que ingresan en la UCI “Dr. Oscar Lander” del Centro Médico “Dr. Guerra Méndez”, en Valencia, Edo. Carabobo, con cuadro clínico de Síndrome de Dificultad Respiratoria Aguda y cumplan con los criterios exigidos para la realización de la investigación.

Criterios de Inclusión y Exclusión.

Criterios de Inclusión:

- Paciente con criterios de Insuficiencia Respiratoria Aguda de cualquier etiología que amerite soporte con ventilación mecánica.
- Paciente portador de Insuficiencia Respiratoria Crónica reagudizada, de cualquier etiología, que amerite soporte con ventilación mecánica.
- Paciente en postoperatorio de cirugía mayor (abdominal, torácica, cirugía cardíaca, neurocirugía, cirugía traumatológica complicada) cuyo tiempo en ventilación mecánica se estime en más de 48 horas.

Criterios de Exclusión:

- Pacientes en postoperatorio de cirugía mayor cuyo tiempo en ventilación mecánica se estime en menos de 48 horas.
- Pacientes con requerimientos de FiO₂ mayor de 70% que no alcance las metas de PO₂ > 60 y/o SatO₂ > de 88

Población y Muestra.

La población está representada por todos los pacientes con SDRA que ingresaron a la UCI “Dr. Oscar Lander” del Centro Médico “Dr. Guerra Méndez”, en Valencia, Edo. Carabobo, durante el tiempo que duro el estudio y la muestra lo representaron 7 pacientes que reunieron los criterios de inclusión, para el momento establecido y a quienes se logró la implementación de los equipos necesarios para la realización del protocolo de trabajo.

Técnica y Recolección de Datos

Se realizó la medición de la Peep Optima en base al cálculo de la CRF, durante la ventilación mecánica a los paciente con SDRA, utilizando el módulo de espirometría dinámica para realizar mediciones lungINvew, de la Unidad de Soporte Ventilatorio Ensgtrön Station Health. Con base en los trabajos publicados por el Dr. Stenvist sobre la medición en tiempo real de CRF. Los resultados se reflejaron en el instrumento de recolección de Datos para luego ser procesados.

Durante la medición no se deben cambiar los parámetros del ventilador ni de modo de ventilación. La medición se puede parar en cualquier momento en caso de que el paciente requiera alguna atención o cambios de emergencia.

Instrumento.

- Una vez finalizado el procedimiento se registran 5 valores de Peep con 5 valores de CRF , un diferencial de volumen en ml, que es el volumen reclutado a cada valor de Peep y la resistencia de la vía aérea (Rva).
- Se debe programar el Peep que de mejor CRF y que no aumenten la presión pico y presión plateu por encima de 40 cmH2O.

- Se anotan en la hoja de registros la CRF al Peep actual del paciente y con una flecha a la derecha en el icono de Peep, el Peep en el cual registró mejor CRF.
- Se realizan mínimo dos mediciones durante el día, una en la mañana y una en la noche.
- Puede ocurrir mediciones adicionales, de acuerdo a la situación del paciente, ej: postoperatorio, necesidad de ajustes de parámetros del ventilador por descompensación ya sea respiratoria, hemodinámica, etc.
- Se practica gasometría arterial antes de iniciar el procedimiento.
- Los cambios en los parámetros del ventilador se deben hacer solo en base a los resultados y análisis de la espirometría dinámica.
- La hoja de registro se debe llenar completa, por lo cual no deben quedar espacios en blanco.
- Todo registro posterior a un evento, por ej: postoperatorio inmediato, se debe anotar en la hoja de protocolo.

Técnica de procesamiento e interpretación de Datos

Los datos fueron sistematizados en un base de datos en Microsoft®Excel para luego, a través del procesador estadístico Statgraphics Plus 5.1, ser presentados en matrices de correlaciones. Se correlacionaron a través del coeficiente de correlación ordinal de Spearman los valores obtenidos en los distintos momentos del estudio (ingreso, 48 horas y final) de las variables incluidas en el mismo por ser un tamaño de muestra pequeño ($n=7$). A las variables cuantitativas continuas incluidas en el estudio se les calculó media \pm error estándar y para comparar dichas medias en los distintos momentos del estudio se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) para verificar diferencias significativas entre las mismas. Se adoptó como nivel de significancia estadística P valores inferiores a 0,05 ($P < 0,05$).

Se establecieron para análisis de variables tres momentos durante el estudio: Ingreso al protocolo, a las 48 horas de inicio y al Final del protocolo (por mejoría de SDRA o fallecimiento).

RESULTADOS.

Tabla N° 1.

DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN EN ESTUDIO EN RELACIÓN AL GÉNERO Y LA EDAD.

GENERO	N	EDAD		
		MINIMO	MAXIMO	PROM.
FEMENINO	4	21	72	45
MASCULINO	3	16	63	35

Fuente: Datos propios de la Investigación (Ortega; 2013).

El total de los pacientes estudiados fue de siete, cuatro de ellos femeninos y tres masculinos, las edades del género femenino estuvieron comprendidas entre 21 y 72 años con un promedio de 45 años; para los hombres las edades se demuestran entre 16 y 63 años, con un promedio de 35 años.

Tabla N° 2.

CORRELACION PARA LA CAPACIDAD RESIDUAL FUNCIONAL (CRF) CON LA PRESIÓN POSITIVA AL FINAL DE LA ESPIRACIÓN (PEEP) Y LA EVOLUCIÓN GASOMÉTRICA (PAO₂/FIO₂ y DO₂ (A-a)).

	CRF
PEEP	0,26 P= 0,2903 Baja
PAO ₂ /FIO ₂	0,56 P= 0,0213 Media
DO ₂ A-a	-0,68 P= 0,0050 ALTA

Fuente: Datos propios de la Investigación (Ortega; 2013).

Cuando se correlacionaron de manera general los valores obtenidos por los pacientes, a través del coeficiente de correlación de Spearman, en los distintos momentos de la investigación en la Capacidad Residual Funcional con la presión positiva al final de la espiración (PEEP) la relación fue de tipo positiva de grado baja ($r_s = 0,26$; $P = 0,2903 > 0,05$). Con la Relación Presión Arterial de Oxígeno/ Fracción Inspirada de Oxígeno (PAO₂/FIO₂) la correlación fue de tipo imperfecta positiva de grado medio o sustancial ($r_s = 0,56$; P valor = $0,0213$); asimismo con el Gradiente Arterio-alveolar de Oxígeno (DO₂ A-a) la correlación fue imperfecta negativa de grado alta o importante ($r_s = -0,68$; P valor = $0,0050$). Estas dos últimas correlaciones fueron estadísticamente significativas ($P < 0,05$). Es necesario aclarar que una correlación positiva denota una relación directa entre las variables, si una aumenta la otra también; la correlación negativa denota una relación inversa entre ambas variables, mientras una aumenta la otra disminuye y viceversa.

Tabla N° 3

CORRELACION PARA LA CAPACIDAD RESIDUAL FUNCIONAL (CRF) EN EL TIEMPO CON LA PRESIÓN POSITIVA AL FINAL DE LA ESPIRACIÓN (PEEP) Y LA EVOLUCIÓN GASOMÉTRICA (PAO₂/FIO₂ y DO₂ (A-a)).

	INGRESO	48 HS	FINAL
	CRF	CRF	CRF
PEEP	0,64 P= 0,1539 Media	0,79 P= 0,0757 Alta	-0,12 P= 0,7825 Muy baja
PAO ₂ /FIO ₂	0,71 P= 0,1102 Alta	0,71 P= 0,1102 Alta	0,14 P= 0,7494 Muy baja
DO ₂ A-a	-0,49 P= 0,2705 Media	-0,77 P= 0,0845 Alta	-0,26 P= 0,5653 Baja

Fuente: Datos propios de la Investigación (Ortega; 2013).

Al momento del ingreso se tiene que la relación entre la capacidad residual funcional (CRF) con la PEEP óptima es positiva de grado media; con la Presión Arterial de Oxígeno/ Fracción Inspirada de Oxígeno (PAO₂/FIO₂) fue de tipo positiva de grado alta, no así con el Gradiente Arterio-alveolar de Oxígeno (DO₂ A-a) cuya correlación fue negativa (inversa) de grado baja.

A las 48 horas la correlación entre CRF y PEEP fue positiva de grado alta, asimismo con la PAO₂/FIO₂ fue alta positiva, lo mismo que para DO₂ A-a, sin embargo esta última fue negativa, lo quiere decir que existe una relación inversa entre ambas medidas en una tendencia alta (mientras una aumenta la otra disminuye y viceversa).

En el momento final del protocolo la correlación entre CRF y PEEP fue negativa de grado muy baja; mientras que con la PAO₂/FIO₂ fue media positiva, mientras que con la DO₂ (A-a) la relación fue negativa de grado baja.

Cabe destacar que ninguna de las correlaciones fue estadísticamente significativa $P > 0,05$, cuando se realizaron los cálculos en los momentos escogidos (Ingreso, 48 horas y Final del protocolo)

Tabla N° 4
TABLA DE MEDIAS DE LAS MEDIDAS INCLUIDAS EN EL ESTUDIO.

VARIABLE	INGRESO $\bar{X} \pm ES$	48 HS $\bar{X} \pm ES$	FINAL $\bar{X} \pm ES$	F	P valor
PO2	107,33 ± 14,24	103,4 ± 10,99	114,3 ± 10,3	0,21	0,8099
PCO2	43,7 ± 2,12	50,69 ± 5,0	42,3 ± 3,32	1,50	0,2502
PEEP	11,7 ± 1,49	12,0 ± 0,95	7,0 ± 0,76	6,39	0,0080
PAO2FIO2	199,0 ± 32,16	217,1 ± 37,26	253,1 ± 32,5	0,65	0,5314
DO2Aa	221,6 ± 20,8	184,3 ± 41,2	162,1 ± 41,2	0,71	0,5070
P MEDIA EN LA VA	15,6 ± 1,69	17,7 ± 0,84	12,7 ± 0,78	4,54	0,0253
P MESETA	31,0 ± 2,058	30,7143 ± 1,795	26,0 ± 1,81	2,20	0,1396

Fuente: Datos propios de la Investigación (Ortega; 2013).

El promedio en la Presión Parcial de Oxígeno (PO2) disminuyó a las 48 horas, sin embargo aumentó significativamente al final del protocolo. En la Presión Parcial de Dióxido de Carbono (PCO2) el mayor promedio se registró a las 48 horas, disminuyendo al final del protocolo. Ambas variaciones no fueron estadísticamente significativas ($P > 0,05$).

En la Presión Positiva al Final de la Espiración (PEEP) aunque el promedio aumentó desde el ingreso a las 48 horas disminuyó al final de la aplicación del protocolo. Siendo esta diferencia estadísticamente significativa ($P < 0,05$)

En la Relación Presión Arterial de Oxígeno/ Fracción Inspirada de Oxígeno (PAO2/FIO2) los promedios fueron aumentando desde el principio hasta el final del estudio; mientras que en el Gradiente Arterio-alveolar de Oxígeno (DO2 A-a) fue todo lo contrario los promedios disminuyeron desde el ingreso hasta el final del protocolo. Ninguna de estas variaciones fue estadísticamente significativa ($P > 0,05$). En la Presión Media De La Vía

Aérea (PMED) aunque el promedio aumentó desde el ingreso hasta las 48 horas disminuyó considerablemente al final del protocolo. Siendo esta variación estadísticamente significativa ($P < 0,05$). En la Presión Meseta (PLAT) el promedio disminuyó paulatinamente desde el ingreso hasta el final del protocolo, no siendo esta variación estadísticamente significativa ($P > 0,05$).

TABLA Nº 5
CORRELACION PARA PRESIÓN POSITIVA AL FINAL DE LA
ESPIRACIÓN (PEEP) Y LA EVOLUCIÓN GASOMÉTRICA (PAO2/FIO2,
DO2 (A-A)).

	INGRESO		48 HS		FINAL	
	PaO2/fiO2	DO2(A-a)	PaO2/fiO2	DO2(A-a)	PaO2/fiO2	DO2(A-a)
PEEP	0,52	-0,32	0,67	-0,77	0,54	0,31
P VALOR	0,2006	0,4358	0,0989	0,0602	0,1859	0,4497
GRADO DE RELACIÓN	Media	Baja	Alta	Alta	Media	Baja

Fuente: Datos propios de la Investigación (Ortega; 2013)

Al momento del ingreso se tiene que la correlación entre la PEEP óptima y la Relación Presión Arterial de Oxígeno/ Fracción Inspirada de Oxígeno (PAO2/FIO2) fue de tipo positiva de grado media o sustancial, no así con el Gradiente Arterio-alveolar de Oxígeno (DO2 A-a) cuya correlación fue negativa (inversa) de grado baja.

A las 48 horas la correlación entre PEEP y PAO2/FIO2 fue alta, lo mismo que para DO2 A-a, sin embargo esta última fue negativa, lo quiere decir que existe una relación inversa entre ambas medidas en una tendencia alta (mientras una aumenta la otra disminuye y viceversa).

En el momento final del protocolo la correlación entre PEEP y PAO₂/FIO₂ fue media, mientras que con DO₂ A-a la relación fue positiva de grado baja (algo extraño pues no corresponde a lo esperado).

Cabe destacar que ninguna de las correlaciones fue estadísticamente significativa $P > 0,05$.

TABLA Nº 6
RELACIÓN DE LA PEEP ÓPTIMA Y LA CAPACIDAD RESIDUAL FUNCIONAL (CRF), CON EL TIEMPO DE EVOLUCIÓN.

	DÍAS VM (FINAL)
CRF	-0,88 P valor = 0,0484 Grado de relación: Alta
PEEP	-0,08 P valor = 0,8590 Grado de relación: Muy baja

Fuente: Datos propios de la Investigación (Ortega; 2013)

Cuando se relacionó los días de ventilación mecánica con la capacidad residual funcional la correlación fue negativa de grado alta, lo que quiere decir que existe una tendencia alta que a mayor CRF menos días de ventilación mecánica, siendo esta correlación estadísticamente significativa ($P < 0,05$). Con la Presión Positiva al Final de la Espiración, aunque fue de igual manera negativa fue de grado muy baja, no estadísticamente significativa ($P > 0,05$).

TABLA Nº 7
EVOLUCIÓN DE LA CAPACIDAD RESIDUAL FUNCIONAL (CRF).

	INGRESO	48 HS	FINAL	F	P valor
	$\bar{X} \pm ES$	$\bar{X} \pm ES$	$\bar{X} \pm ES$		
CRF (n=6)	1078,33 ± 139,4	1400,8 ± 194	1435,2 ± 207	1,16	0,3390

Fuente: Datos propios de la Investigación (Ortega; 2013)

En la tabla se puede evidenciar que los promedios de la capacidad residual funcional (CRF) de los pacientes incluidos en la muestra se incrementaron paulatinamente en los 3 momentos del estudio, sin embargo esta variación no fue estadísticamente significativa ($P > 0,05$).

DISCUSION.

Siendo el SDRA una patología con una elevada morbi-mortalidad, es necesario tener y mantener medios a nuestro alcance para realizar una evaluación lo más acorde con la fisiopatología que está ocurriendo en el paciente.

De esta forma la utilización de la CRF para lograr obtener la Peep Óptima en los pacientes con SDRA, se presenta como un método fácil de realizar en la cabecera de la cama de los pacientes hospitalizados en las unidades de cuidados intensivos.

El estudio mostró que la medición de CRF tiene una correlación en grado positivo o negativo con algunas de las variables de estudio, como se evidencia en la tabla N°2 de resultados, no presentó correlación significativa con la Peep, pero sí con la PaFIO₂ y D (A-a) de O₂, aunque estos datos difieren de los trabajos realizados por Bikker en 2009(38), donde se examinó a 45 pacientes con ventilación mecánica bajo sedación en una UCI mixta de un hospital universitario. Los pacientes fueron divididos en tres grupos: insuficiencia respiratoria previamente con función pulmonar normal, debido a trastornos primarios pulmonares y a trastornos no pulmonares. En todos los pacientes las mediciones CRF se realizaron en tres niveles PEEP (15 cmH₂O, 10 cmH₂O, 5 cmH₂O). La gasometría arterial también se obtuvo en cada nivel PEEP. En conclusión los valores CRF disminuyeron significativamente con la reducción gradual de los niveles de PEEP de 15 a 5 cmH₂O, mientras que la relación PaO₂/FiO₂ no cambió. Sin embargo, en el estudio los análisis muestran que a las 48 horas existe una correlación alta para el Peep, PaFIO₂ y D (a-a) O₂; de esta forma no podemos descartar que el tamaño de la muestra es un condicionante que pudiera influir en estos resultados.

La Peep óptima estimada mediante el valor de CRF resultó significativa al analizar las diferencias en los momentos tomados en cuenta para este estudio; sin embargo, al evaluarla con los parámetros

gasométricos PaFIO₂ y D (a-a) O₂, existió solo a las 48 horas correlación alta, aunque no estadísticamente significativa. Por lo tanto se observa que hay evidencia parcial que sugiere que la Peep obtenida es relevante en la evolución de los casos, pero al igual que los otros, requerirá de una mayor población para determinarlo.

En el análisis de los dos hay una correlación estadísticamente significativa entre los valores de CRF, durante los momentos analizados y los días en ventilación mecánica que duraron los pacientes (ya sea por fallecimiento o por terminar el protocolo), no ocurrió así con la Peep.

La CRF es importante desde el punto de vista fisiológico en la comprensión de la dinámica respiratoria y por ende en el tratamiento del SDRA (41):

- Permite mantener el intercambio de gases entre las respiraciones.
- Mantiene físicamente abiertas las vías respiratorias.

Al evaluar los valores obtenidos de otros parámetros se apreció una relación estadística significativa de los valores de la Presión Media en la Vía Aérea (PMED); estos se obtuvieron con catéteres intratraqueales, cuyos resultados son altamente precisos. No se tienen datos de comparación en la literatura evaluada, pero es un fenómeno que debe llamar la atención puesto el fin último de estos trabajos es la ventilación protectora y la PMED es un fuerte indicador de estos parámetros.

A pesar de la muestra pequeña que se utilizó en el presente estudio y que los en calidad no se prestan para un completo análisis

Esto demuestra la relevancia de emplear métodos que permitan mediciones de pruebas de funcionalismo pulmonar en pacientes con SDRA en ventilación mecánica, puesto que pudiera influir según los resultados en el pronóstico y la evolución.

CONCLUSION.

Después del análisis de los datos obtenidos en la muestra fue posible lograr un valor de la Peep mediante la determinación de la CRF en pacientes con ventilación mecánica portadores de SDRA, pero no existió relación estadísticamente significativa con la PaFIO₂, ni con D (A-a) de O₂.

La CRF presento una relación significativa con la PaFIO₂, D (A-a) de O₂ y con el tiempo en Ventilación Mecánica.

La evolución de las determinaciones de la Peep y Presión Media en la Vía Aérea también resultó significativa estadísticamente.

Existen evidencias parciales que demuestran tendencias de la relación entre la Peep optima y la CRF, con la evolución del paciente que padece SDRA, se requiere continuar estudios más amplios para realizar una mayor evaluación de esta prueba, para poder ser utilizada en la unidad de cuidados intensivos como otra herramienta en el arsenal terapéutico de los soporte ventilo-respiratorios.

BIBLIOGRAFIA

1.- Ashbaugh DG, Petty TL, Bigelow DB. Acute Respiratory Distress in Adults. *Lancet* 1967; 2: 319-23.

2.- Luis Angel, Alejandro Arroliga y Antonio Anzueto del Libro *Medicina Intensiva*, Dr. Carlos Lovesio, Editorial El Ateneo, Buenos Aires, Enero del 2006.

3.- Estenssoro E., Dubin A., Laffaire E.: Incidence, clinical course, and outcome in 217 patients with acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med* (2002).30:2450

4.- Bernard GR, Artigas A, Brigham KL, et al. The American-European Consensus Conference on ARDS. Definitions, mechanisms, relevant outcomes, and clinical trial coordination. *Am J Respir Crit Care Med* 1994; 149: 818-24.

5.- Villar J, Kacmarek RM, Pérez-Méndez L, Aguirre-Jaime A. A high positive end-expiratory pressure, low tidal volume ventilatory strategy improves outcome in persistent acute respiratory distress syndrome: a randomized, controlled trial. *Crit Care Med*. 2006 Mayo; 34(5):1311-8.

6.- Taccone P, Pesenti A, Latini R, et. Al Prone positioning in patients with moderate and severe acute respiratory distress syndrome: a randomized controlled trial. *JAMA* (2009) 302:1977-1984.

7.- Esan A, Hess DR, Raouf S, et al. Severe Hypoxemic Respiratory Failure Part1 - Ventilatory Strategies. *Chest* 2010; 137 (5):1203-16.

8.- Ferguson N., Davis A., Chyan C.: Comparison testing of the sensibility of two clinical definitions of the ARDS. *Am J Respir Crit Care Med* 163:A449 (Abs)-2001.

9.- Ranieri VM, Rubenfeld GD, Thompson BT, Cadwel E, Fan E, Camporota L, and Slutsky AS. Acute Respiratory Distress Syndrome The Berlin Definition. *JAMA* 2012; 307(23): doi: 10101/jama.2012.5669.

10. http://www.esicm.org/07congress/0Annualcongress/webTv_ranieri.asp (revisado el 31 de Mayo del 2012).

11.- Amato MB, Barbas CS, Medeiros DM, Lorenzi Filho G, et al. Effect of a protective ventilation strategy on mortality in the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med.* 1998; 338: 347-54. Pub Med PMID: 9449727.

12.- Ranieri VM, Suter PM, De Tulio R, Brienza A, et al. Effect of mechanical ventilation on inflammatory mediators in patients with acute respiratory distress syndrome: a randomized controlled trial. *JAMA.* 1999; 282: 54-61.

13.- Bott J, Carroll MP, Conway JH, Keilty, et al. Randomized controlled trial of nasal ventilation in acute ventilator failure due to chronic obstructive airways disease. *Lancet.* 1993; 341: 1555-57.

14.- Plant PK, Owen JL, Eliot MV. Early use of non-invasive ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease on general respiratory wards: a multicenter randomized controlled trial. *Lancet.* 2000; 355: 1931-35.

15.- Conti G, Navalesi P, Rocco M, et al. Noninvasive vs. Conventional mechanical ventilation in patients with chronic obstructive pulmonary disease after failure of medical treatment. *Intensive Care Med.* (2002); 28 : 1701-07.

16.- Ferrer M, Esquinas A, Aranubia F, et al. Noninvasive ventilation during persistent weaning failure. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003; 168: 70-76.

17.- Girou E, Pharm D, Lemare F. Association of noninvasive ventilation with nosocomial infections and survival in critically ill patients. *JAMA.* 2000.

18.- Morgan OW, Bramley A, Fowlkes A, et al. Morbid obesity as a risk factor for hospitalization and death due to pandemic influenza H1N1. *Disease plus One.* 2010; 5 (3): e 9694.

19.- Papazian L, Foret JM, et al. Neuromuscular blockers in early acute respiratory distress syndrome. *N England Med.* 2010; 363: 32.

20.- Lamm WJ, Graham, MM Albert KK, Mechanics which the prone position improves oxygenation in acute lung injury. *Am J Respir Crit Care Med.* 1994; 150 (1): 184-93.

21.- Esneda Rocha, Guillermo Ortiz, Antonio Lara, Manuel Garay, Carmelo Dueñas. Terapia respiratoria y fisiología pulmonar. *Acta Colombiana de Cuidado Intensivo* 2013; 13 (1): 1-16.

22.- Mehta S, Granton J, Mac Donald RJ, et al. High frequency oscillatory ventilation in adults: The Toronto experience. *Chest.* 2004; 126: 518-27.

23.- Pacht et al. Normocapnic high frequency oscillatory ventilation affects differential extrapulmonary and pulmonary forms of acute respiratory distress syndrome in adults. *Physiol Res.* 2006; 55: 15-24.

24.- Mentzelopoulos Sd, et al. Scanographic comparison of high frequency oscillatory with versus without tracheal gas insufflation in acute respiratory distress syndrome. *Intensive Care Med.* 2011; 37: 990-99.

25.- Robert J, Fineman J. Inhaled nitric oxide and persistent pulmonary hypertension of the newborn . *New Eng J Med.* 1997; 336 (9): 605-10.

26.- Anderson E, Jarszewski D, Pierce C. The annals of thoracic surgery parallel application of extracorporeal membrane oxygenation and the radio west total artificial heart as bridge to transplant. *Surg.* 2009; 88: 1676-8.

27.- Chevalier JY. Extracorporeal respiratory assistance for pediatric acute respiratory failure. *Crit Care Med.* 1993; 21: S382-4.

28.- Barach AL. Use of helium as a new therapeutic gas. *Proc Soc Exp Biol Med.* 1934; 32: 462-64.

29.- Cambonie G, Milesi C. Clinic effects of heliox administration for acute bronchiolitis in infants. *Chest.* 2006; 129: (3): 676-82.

30.- Hall CB. Respiratory syncytial virus and parainfluenza virus. *N Eng J Med.* 2001; 344: 1917-28.

31.- Grasso S, Mascia L, Del Turco M, et al. Effects of recruiting maneuvers in patients with acute respiratory distress syndrome ventilated with protective ventilatory strategy. *Anesthesiology* 2002; 96(4):795-802.

32.- Hedenstierna G, Lattuada M. Gas exchange in the ventilated patient. *Curr. Opin Crit. Care* 2002; 8:39-44.

33.- Pelosi P, Cereda M, Foti G, Giacomini M, Pesenti A. Alterations of lung and chest wall mechanics in patients with acute lung injury: effects of positive end-expiratory pressure. *Am J Respir. Crit. Care Med* 1995; 152: 531-7.

34.- Davy H. *Researches, chemical and philosophical; chiefly concerning nitrous oxide, or dephlogisticated nitrous air, and its respiration.* London, J. Johnson, 1800; pp. 400-410.

35.- Ibáñez J, Raurich JM. Capacidad residual funcional e intercambio gaseoso en el síndrome de distrés respiratorio del adulto. *Medicina Intensiva.* 1981; 5: 91-95.

36.- Guerin C, Milic Emili J, Fournier G. Effect of PEEP on work of breathing in mechanically ventilated COPD patients. *Intensive Care Med.* 2000; 26: 1207-14.

37.- Di Marco F, Devaquet J, Lyazidi A, et al. Positive end expiratory pressure-induced functional recruitment in patients with acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med.* 2010; 38 (1).

38.- Olegard C, Sondergaard S, Houltz E, Lundin S, Stenqvist O. "Estimation of functional residual capacity at the bedside using standard monitoring equipment: a modified nitrogen washout/ washin technique requiring a small change of the inspired oxygen fraction." *Anesth Analg.* 2005 Jul;101(1): 206-12.

39.- Bikker IG, Scohy TV, Ad JJCB, Bakker J, Gommers D. Measurement of end-expiratory lung volume in intubated children without interruption of mechanical ventilation. *Intensive Care Med* 2009; 35: 1749-53.

40.- Sondergaard S, Karason S, Wiklund J, Lundin S, Stenqvist O. "Alveolar pressure monitoring: an evaluation in a lung model and in patients with acute lung injury." *Intensive Care Med.* 2003 Jun; 29(6):955-62. Epub 2003 Apr 11.

41.- Weismann D, Reissmann H, Maisch S, Fullekrug B, Schulte J. Monitoring of functional residual capacity by an oxygen washin/washout; technical description and evaluation. *J Clin Monit Comput* 2006; 20: 251-60.