



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA

**REPERCUSION DE LA PRESION POSITIVA AL FINAL DE LA
ESPIRACION (PEEP) SOBRE EL VALOR MEDIDO DE LA PRESION
INTRAABDOMINAL EN PACIENTES CRITICOS CON VENTILACION
MECANICA CONTROLADA POR PRESION**

TESIS

QUE PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE:

ESPECIALISTA EN ATENCION DEL ENFERMO

ADULTO EN ESTADO CRITICO

PRESENTA:

REBECA OLIVO SOSA

MEXICO, D.F 2002



Universidad Nacional
Autónoma de México



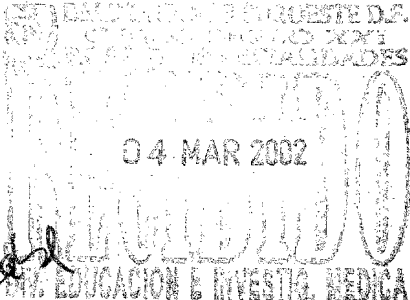
UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

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.

500088627



Jose

Dr JOSÉ HALABE CHEREM

Jefe de la División de educación e investigación médica
Hospital de Especialidades "Dr. Bernardo Sepúlveda G."
Centro Médico Nacional Siglo XXI.

Jorge A. Castañon

Dr JORGE A. CASTAÑÓN GONZALEZ

Jefe del servicio de la Unidad de Medicina Crítica y Terapia Intensiva
Hospital de Especialidades " Dr. Bernardo Sepúlveda G."
Centro Médico Nacional Siglo XXI

Marco A. Leon

DR MARCO ANTONIO LEON GUTIERREZ

Médico adscrito a la Unidad de Medicina Crítica y Terapia Intensiva
Hospital de Especialidades "Dr. Bernardo Sepúlveda G."
Centro Médico Nacional XXI

AGRADECIMIENTOS

A mi Madre por ser el principal móvil de todos mis logros, por su invaluable amor y apoyo.

Al Dr Jorge Castañón por su peculiar estilo de enseñar lo interesante y fino de la terapia intensiva

A mis compañeros y médicos de la unidad por contribuir de alguna manera en mi superación

Y muy en especial al Dr Marco Antonio León Gutiérrez por se la clave en mi formación como intensivista, gracias por ser un gran médico y excelente ser humano.

**REPERCUSION DE LA PRESION POSITIVA AL FINAL DE LA
ESPIRACION (PEEP) SOBRE EL VALOR MEDIDO DE LA PRESION
INTRAABDOMINAL EN PACIENTES CRITICOS CON VENTILACION
MECANICA CONTROLADA POR PRESION.**

RESUMEN

REPERCUSION DE LA PRESION POSITIVA AL FINAL DE LA ESPIRACION (PEEP) SOBRE EL VALOR MEDIDO DE LA PRESION INTRAABDOMINAL EN PACIENTES CRITICOS CON VENTILACION MECANICA CONTROLADA POR PRESION.

Introducción: En el paciente grave con ventilación mecánica se utiliza la presión positiva al final de la espiración (PEEP) para mejorar la oxigenación incrementando las presiones de la vía aérea con descenso del diafragma hacia la cavidad abdominal por lo que es importante, determinar cual es la repercusión de la PEEP sobre el valor de la presión intraabdominal cuyo incremento es deletéreo para estos pacientes.

Objetivo: Demostrar que el valor medido de la presión intraabdominal en los pacientes graves con ventilación mecánica controlada por presión aumenta cuando se incrementa el nivel de la PEEP a 5, 10 y 16 cmH₂O.

Material y método: Se realizó un estudio prospectivo, longitudinal, experimental, comparativo, ciego simple y de tipo pareado en 10 pacientes que ingresaron a la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital de Especialidades del CMN SXXI IMSS y que requirieron ventilación mecánica controlada por presión, los parámetros ventilatorios establecidos fueron: presión inspiratoria necesaria para obtener un Vt= 8 ml/kg, FR= 14', relación I:E= 1:2 y FiO₂ < 60%; se establecieron tres fases con diferentes niveles de PEEP (5, 10 y 16 cmH₂O) con duración de 10' y al término de cada una de ellas se midió el valor de presión intraabdominal por el método de toma intravesical, se realizó doppler transcraneal para obtener la velocidad media de flujo sanguíneo de la arterial cerebral media del lado izquierdo y el índice de pulsatilidad, se obtuvo en forma directa del ventilador la presión pico, meseta y media de la vía aérea y se tomó gasometría arterio-venosa para la determinación del índice de oxigenación, porcentaje de extracción de O₂, gradiente alveolo-arterial de oxígeno y cortocircuitos intrapulmonares, el análisis estadístico realizado para determinar las diferencias entre las variables cuantitativas fue la prueba de Friedman - Wilcoxon estableciendo todo valor de p < 0.05 como estadísticamente significativo.

Resultados: Se encontró diferencia estadísticamente significativa (p < 0.05) entre las medianas de los tres diferentes niveles de PEEP (5, 10 y 16 cmH₂O) en: la presión intraabdominal (8.0, 12.5 y 14.0 cmH₂O), en la presión pico (20.7, 25.9 y 31.7 cmH₂O) y en la presión media (9.0, 17.3 y 20.1 cmH₂O); entre los niveles de PEEP (5-16 cmH₂O) y (10-16 cmH₂O) en : el gradiente alveolo-arterial de oxígeno (297 - 354 mmHg) y (317 - 354 mmHg) y en el índice de oxigenación (181 - 147) y (182 - 147).

Conclusiones: En el paciente grave con ventilación mecánica controlada por presión hay incremento de la presión intraabdominal, la presión pico y la presión meseta cuando se aumenta el nivel de PEEP por lo que la presión intraabdominal en estos pacientes debe ser monitorizada. Una PEEP elevada puede producir sobredistensión alveolar y disminuir el índice de oxigenación.

INDICE

	Págs.
I.- MARCO TEORICO.....	1
II.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
III.- JUSTIFICACIÓN.....	5
IV.- HIPÓTESIS.....	6
V.- OBJETIVO.....	7
VI.- MATERIAL Y METODO.....	8
Diseño del estudio	
Universo de Trabajo	
Operacionalizacion de variables	
Selección de la muestra.	
Criterios de Selección	
Procedimiento	
Análisis estadístico	
Consideraciones Eticas y válvulas de seguridad	
VII.- RESULTADOS.....	15
VIII.- CUADROS, TABLAS Y GRAFICAS.....	18
IX.- DISCUSIÓN.....	28
X.- CONCLUSIONES.....	31
XI.- BIBLIOGRAFÍA.....	33

I. MARCO TEORICO.

La hipertensión intraabdominal (HIA) fue descrita en 1876 por Wentd asociándola con daño en la función renal y al síndrome compartamental abdominal (SCA) siendo esto parte de una constelación de secuelas fisiológicas secundarias a HIA¹.

Es bien conocido desde décadas pasadas los efectos deletéreos del incremento de la presión intraabdominal (PIA) y su asociación con falla orgánica múltiple (FOM) convirtiéndose en un valor predictivo de morbimortalidad, por lo que es importante que la medición de la PIA forme parte del monitoreo de los pacientes en la unidad de cuidados intensivos^{1,2} ya que su incidencia se ha observado en un 20% en patologías de tipo médico y en un 30% de quirúrgicos, se ha descrito que es frecuente encontrar HIA en pacientes en estado de choque con una reanimación generosa de volumen originando un círculo vicioso el cual compromete aún más la microcirculación mesentérica produciendo traslocación bacteriana y desarrollo de SCA^{3,4}.

El valor de la PIA es subatmosférico o de cero mmHg, existiendo controversia en relación a cual es el valor para describir HIA y SCA ya que algunos autores consideran que con valores tan bajos como 10 mmHg puede ocurrir disfunción orgánica. Burch⁵ propone una escala por grados de HIA: Grado I (10-15 mmHg), Grado II (16-25 mmHg), Grado III (26-35 mmHg) y Grado IV (mayor de 35 mmHg). Los métodos de medición son divididos en directos como colocar una cánula metálica en la cavidad peritoneal o por vía laparoscópica y los indirectos como es la presión intravesical; en numerosos estudios se ha propuesto a la medición de la presión intravesical como el estándar de oro ya que se pueden realizar mediciones consecutivas sin aumentar el riesgo de infección del tracto urinario y su valor es muy similar a la PIA^{6,7,8}; hoy en día la tonometría gástrica ha mostrado tener ventajas sobre la presión intravesical como son: la medición continua, no altera el valor de el volumen urinario y se puede medir en forma

simultánea el CO₂ pero no en todas las unidades se cuenta con este equipo por lo que la toma de la presión intravesical sigue siendo un método útil y práctico para determinar la PIA.

Actualmente se ha considerado que 12 mmHg es HIA y un valor crítico cuando es mayor de 25 mmHg^{10,11,12}. Las causas de incremento en la PIA pueden ser de índole médica como son: la diálisis peritoneal, abscesos intraabdominales, pancreatitis aguda, ascitis por restitución masiva de líquidos o por cirrosis o en causas de tipo quirúrgico como son la reducción de hernias de pared gigantes o cierre de abdomen a tensión excesiva⁹.

Se han descrito factores predisponentes como es la hipotermia (temperatura < 34 GC), acidosis (pH < 7.2), transfusión de paquetes globulares (más de 10-20U/24 hr), CID, sepsis y vasculopatía mesenterica^{13,14}. El interés de estudiar el incremento de la PIA radica en la repercusión que tiene en los diferentes órganos y sistemas¹⁵ como se ha descrito por ejemplo que con un valor de 15-20 mmHg hay un incremento en las presiones de la vía aérea (pico y meseta), al incrementar la presión en el diafragma y elevación de éste originando un patrón restrictivo pulmonar con disminución de la capacidad funcional residual y otros volúmenes pulmonares, incremento en la resistencia de la vasculatura pulmonar originando cambios en la ventilación / perfusión, disminución de la distensibilidad pulmonar^{1,12,14,16}. La ventilación mecánica controlada por presión (VMCP) es un modo asistencia ventilatoria donde se introduce a la vía aérea una presión positiva incrementando las presiones intratorácicas y que es empleada en la mayoría de los pacientes críticos siendo en el sujeto normal negativa (de -10 a -20 cmH₂O), este modo de ventilación es utilizada en pacientes sin automatismo respiratorio por diversas patologías ya sea de tipo neurológico, pulmonar, muscular o que requieran de sedación profunda¹⁷.

La presión positiva al final de la espiración (PEEP) es utilizada para evitar el colapso alveolar y es utilizada para mejorar la oxigenación de los pacientes y especialmente en aquellos con síndrome de insuficiencia respiratoria aguda (PEEP de 16 cmH₂O conocido como el punto de apertura alveolar)¹⁸, es importante mencionar la repercusión que tiene el empleo de PEEP en otros sistemas como en el neurológico que a un valor mayor de 10 cmH₂O incrementa la presión intracraneal (PIC) por transmisión de la presión intratorácica así como el efecto hemodinámico negativo por disminución del retorno venoso y por consiguiente del gasto cardíaco al incrementarse la presión media de la vía aérea además de ser necesaria su medición en pacientes neumópatas que desarrollan autoPEEP^{19,20,21}

Estos cambios son ya conocidos pero hay pocos estudios que describan los cambios de la PIA al modificar los parámetros ventilatorios como es la presión positiva al final de la espiración (PEEP) ya que el paciente más grave generalmente requiere manejo ventilatorio con niveles altos de PEEP (> 15 cmH₂O)^{22,23,24}, por lo que es importante determinar como se modifica la PIA cuando se incrementa la PEEP en pacientes con ventilación mecánica controlada.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El 95% de los pacientes que ingresan a la Unidad de Cuidados Intensivos requieren de apoyo con ventilación mecánica controlada por presión con utilización de PEEP a diferentes niveles de acuerdo a la patología pulmonar que presente incrementando las presiones intratorácicas (presión media, pico y meseta de la vía aérea) por lo que es posible haya repercusión sobre la presión en la cavidad abdominal motivo por el cual se hace necesario el monitoreo de la PEEP y la presión intraabdominal.

Siendo la incidencia de hipertensión intraabdominal del 20 al 30% en pacientes en estado crítico debido a diversos factores predisponentes como son: la acidosis, la hipotermia y la coagulopatía (triángulo de la muerte²⁵) surge la siguiente pregunta:

¿ SE MODIFICARA EL VALOR DE LA PRESION INTRAABDOMINAL (PIA) CUANDO EN EL PACIENTE CON VENTILACION MECANICA CONTROLADA POR PRESION CUANDO SE UTILIZAN DIFERENTES NIVELES DE PEEP ?.

III. JUSTIFICACIÓN.

- A) El paciente con ventilación mecánica controlada por presión representa el mayor número de ingresos en nuestra unidad de cuidados intensivos y todos estos pacientes requieren utilización de PEEP a diferentes niveles y de incrementarse la presión intraabdominal la evolución de los pacientes puede alterarse en forma deletérea.
- B) No tenemos estudios previos en la unidad que hayan determinado la asociación del nivel de PEEP y el valor de la PIA en los pacientes críticamente enfermos.
- C) La medición de la PIA debe formar parte del monitoreo habitual en los pacientes de la UCI ya que su incremento puede llevar a traslocación bacteriana por incremento en la permeabilidad intestinal y FOM; se ha observado una mortalidad hasta del 61.5% en pacientes con HIA y del 10% en aquellos con PIA normal, con una estancia hospitalaria más prolongada e incremento en los costos¹⁸.
- D) Existen pocos estudios en la literatura que definan la relación entre estas dos variables (PEEP y PIA).

IV. HIPOTESIS.

- A. Durante la Ventilación Mecánica Controlada por presión el valor medido de la presión intraabdominal se incrementa en forma paulatina conforme se aumenta el nivel de PEEP en tres diferentes niveles: 5, 10 y 16 cmH₂O en el mismo paciente.

- B. Durante la Ventilación Mecánica Controlada por presión el valor medido de la presión intraabdominal (PIA) con PEEP de 5 cmH₂O es menor cuando se compara con el valor medido de la PIA con PEEP de 10 y 16 cmH₂O en el mismo paciente.

- C. Durante la Ventilación Mecánica Controlada por presión el valor medido de la presión intraabdominal (PIA) con PEEP de 10 cmH₂O es menor cuando se compara con el valor medido de la PIA con PEEP de 16 cmH₂O en el mismo paciente.

V. OBJETIVO.

- A. Demostrar que durante la Ventilación Mecánica Controlada por presión el valor medido de la presión intraabdominal se incrementa en forma paulatina conforme se aumenta el nivel de PEEP en tres diferentes niveles (5, 10 y 16 cmH₂O) en el mismo paciente.**

- B. Demostrar que durante la Ventilación Mecánica Controlada por presión el valor medido de la presión intraabdominal con PEEP de 5 cmH₂O es menor cuando se compara con el valor medido de la PIA con PEEP de 10 y 16 cmH₂O en el mismo paciente.**

- C. Demostrar que durante la Ventilación Mecánica Controlada por presión el valor medido de la presión intraabdominal con PEEP de 10 cmH₂O es menor cuando se compara con el valor medido de la PIA con PEEP de 16 cmH₂O en el mismo paciente.**

VI. MATERIAL Y METODOS.

DISEÑO DEL ESTUDIO.

Prospectivo, longitudinal, experimental, comparativo, ciego simple y de tipo pareado.

UNIVERSO DE TRABAJO.

Pacientes que ingresen a la UCI del HE del CMN SIGLO XXI con patologías médicas o quirúrgicas que requieran ventilación mecánica controlada por presión.

OPERACIONALIZACION DE VARIABLES.

VARIABLE INDEPENDIENTE.

PEEP.

Variable cuantitativa de relación, su indicador es el cmH_2O y se define como la presión positiva al final de la espiración y representa la capacidad funcional residual, con un valor fisiológico de $4\text{-}5 \text{ cmH}_2\text{O}^{26}$ y su función es evitar el colapso alveolar; existen dos tipos de PEEP: el intrínseco o también conocido como PEEP dinámico o autoPEEP que es generado por el paciente y el extrínseco o estático que se programa en el ventilador, a la suma de estos dos se le denomina PEEP total el cuál se puede medir en el ventilador realizando una pausa espiratoria determinando en el manómetro el valor la presión establecida total al final de la espiración.

El valor del PEEP intrínseco no se puede medir directamente y se obtiene de restar del PEEP total el PEEP programado en el ventilador (estático).

VARIABLE DEPENDIENTE.

Presión Intraabdominal (PIA).

Variable cuantitativa de relación y su indicador son cmH_2O y se define como la presión intrabdominal considerando al abdomen como una cavidad cerrada y poco distensible por lo que la PIA es subatmosférica o de cero mmHg, para su medición se han empleado métodos directos e indirectos, éstos últimos son los más comúnmente empleados, siendo la presión intravesical^{7,8} aceptada como el estándar de oro por que su valor es muy similar a la PIA real, ésta es medida en cmH_2O o mmHg con una equivalencia de 1 a 1.36 respectivamente.

SELECCIÓN DE LA MUESTRA.

La muestra para el estudio se tomará de los pacientes que ingresen a la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital de especialidades "Dr. Bernardo Sepúlveda G" del Centro Médico nacional Siglo XXI IMSS y que se encuentren con Ventilación Mecánica Controlada por presión.

TAMAÑO DE LA MUESTRA

Se utilizaron 10 pacientes como estudio piloto para determinar el número total de la muestra para un estudio posterior mediante la fórmula de diferencias entre promedios, pero al obtenerse una diferencia estadísticamente significativa entre el valor de PEEP y la presión intraabdominal (PIA) no será necesario realizar un estudio con una muestra mayor de pacientes.

CRITERIOS DE SELECCIÓN.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN:

- a) Edad > 18 años.
- b) Que requieran VMC con PEEP < 5 cmH₂O.
- c) presión arterial media > 60 mmHg
- d) fiO₂ < 50% y mantengan una saturación arterial > 90%.
- e) Carta de consentimiento informado firmada.

CRITERIOS DE NO INCLUSIÓN:

- a) Pacientes con abdomen abierto.
- b) Pacientes con hipertensión intracraneana.
- c) Con insuficiencia renal (creatinina sérica > 1.5 mg/dl).
- d) Lesión pulmonar aguda o SIRA (Índice de oxigenación paO₂ / fiO₂ < 220.
- e) Pacientes que por alguna razón no se pueda colocar sonda foley.
- f) Pacientes embarazadas.

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- a) Pacientes que durante el estudio requieran manejo quirúrgico y se dejen con abdomen abierto.
- b) Que presenten hipotensión PAM < 60 mmHg a pesar de restitución.
- c) hídrica y con una dosis de dopamina > 10 microgramos / kilo / minuto.
- d) Que desarrollen insuficiencia renal aguda (creatinina > 1.5 mg/dl).
- e) Que presenten extubación incidental.

PROCEDIMIENTO

De los pacientes que ingresaron a la Unidad de Medicina Crítica y Cuidados Intensivos del Hospital de Especialidades del CMN SXXI, el residente de último año de la especialidad y encargado del estudio realizó la selección de aquellos pacientes que cumplirán los criterios de inclusión supervisado por el médico adscrito encargado del estudio, posteriormente se solicitó la firma de la persona legalmente responsable del paciente a través de la carta de consentimiento informado por el médico residente encargado del estudio para iniciar el estudio.

Se recabó a su ingreso al estudio, el sexo, la edad y el diagnóstico de ingreso a la unidad, para el apoyo mecánico ventilatorio a los pacientes se utilizó el ventilador Servo 900 C SIEMENS ELEMA con los siguientes parámetros ventilatorios iniciales los cuales serán colocados por el residente a cargo del estudio y se mantendrán durante 10 minutos : modo ventilatorio controlado por presión, volumen corriente de 8 ml/kg, f_{iO_2} 40%, FR 14 X', relación I:E: 1:2 y solo se modificará la a valores de PEEP a 5, 10 y 16 cmH₂O; al término de cada fase y del tiempo establecido el residente colaborador procedió a vaciar la vejiga del paciente a través de una sonda foley en un lebrillo e instiló 100 ml de solución fisiológica al 0.9% dentro de la vejiga además llenó el sistema para medir PVC hasta 50 cmH₂O el cual se conectó a la sonda foley del paciente determinando el punto cero (0 cmH₂O) a nivel de la sínfisis del pubis del paciente permitiendo que baarae la columna de agua hasta que se estabilize y así obtener el valor de la PIA, en ese mismo momento se realizó la toma de gasometría tanto arterial como venosa por el residente a cargo del estudio y el médico adscrito, se recabarón en forma directa del ventilador la presión pico, meseta y media de la vía aérea así mismo se realizó doppler transcraneal para obtener el valor de la velocidad de flujo sanguíneo de la arteria cerebral media izquierda y el índice de pulsatilidad de cada paciente. (figura 1.)

Ventilación Mecánica en Presión control.

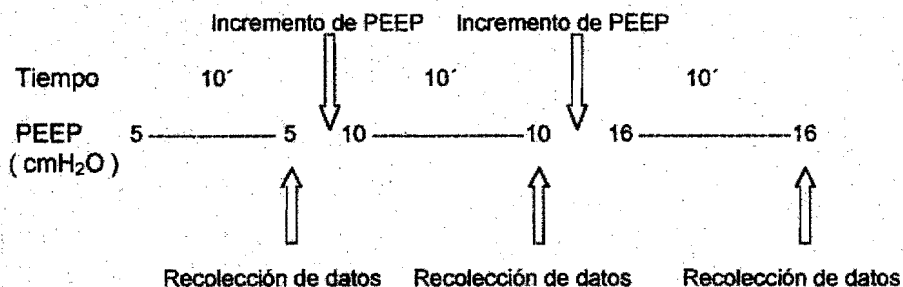


Figura 1. Esquema del procedimiento realizado en el grupo de pacientes en estudio.

Durante todo el procedimiento se monitorizó la presión arterial no invasiva y la Saturación arterial de oxígeno (SaO₂) mediante oximetría de pulso las cuales fueron vigiladas por los médicos responsables del estudio, en caso que se presentara hipotensión arterial (PAM < 60 mmHg) se inició de inmediato la reanimación del paciente con la instilación de volumen de tipo coloide (poligelina 3%) y de ser necesario se utilizó el empleo de dopamina con un máximo de 10 gammas y en caso de no incrementar el PAM > 60 mmHg con el tratamiento antes mencionado el paciente sería excluido del estudio quedando a cargo de su médico tratante.

Los datos obtenidos (valor de la PIA, valores de la gasometría arterio-venosa, PAM y SaO₂) en cada etapa (PEEP 5, 10 y 16 cmH₂O) se recopilaron en un formato de monitoreo ventilatorio de la unidad para posteriormente realizar el análisis de los resultados por los médicos que intervinieron en el estudio.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para medir las variables clasificadas en escala cualitativa nominal (sexo y diagnósticos) se utilizaron números absolutos y porcentajes.

Para medir la variable clasificada en escala cuantitativa de intervalo (edad) se utilizó promedio con desviación estándar.

En cuanto a las variables cuantitativas de relación PEEP, presión pico, presión media, presión intraabdominal, velocidad de flujo de la arteria cerebral media, índice de pulsatilidad, índice de oxigenación, gradiente alveolo-arterial de oxígeno y cortocircuitos intrapulmonares la distribución de los valores fue libre por lo que se utilizó la prueba de Friedman para búsqueda de diferencias entre medianas de 3 grupos dependientes y la prueba de Wilcoxon para 2 grupos dependientes y se consideró estadísticamente significativo todo valor de $p < 0.05$.

CONSIDERACIONES ETICAS Y VALVULAS DE SEGURIDAD.

1. Para realizar el estudio se tuvo la aprobación del Comité local de ética e investigación.
2. Carta de consentimiento informado firmada por la persona legalmente responsable del paciente.
3. Cuando el paciente presente $PAM < 60$ mmHg se dió tratamiento a base de soluciones coloides (poligelina 3%) y dopamina a un máximo de 10 gammas y de no lograrse incrementar la $PAM > 60$ mmHg el paciente sería excluido del estudio quedando a cargo de su médico tratante.
4. Para mantener la ventilación mecánica controlada se administró propofol en infusión(dosis 1–3 mg /kg/ h) para lograr en la escala de sedación un Ramsay de 6²⁷.
5. En caso de extubación incidental durante el estudio se volvería a intubar el paciente y quedaría excluido del estudio.

6. Para determinar hipertensión endocraneana se utilizó la medición del índice de pulsatilidad por medio del doppler transcraneal el cual será realizado por el médico adscrito encargado del estudio considerándose un valor >1.2 como hipertensión endocraneana y en el caso del paciente neurológico de ser necesario se solicitó TAC de cráneo.

VII. RESULTADOS.

Se incluyeron 10 pacientes en el estudio con ventilación mecánica controlada por presión a los cuales se les aplicaron tres diferentes niveles de PEEP (5, 10 y 16 cmH₂O).

Las características demográficas en cuanto al sexo encontradas fueron: 6 hombres (60%) con edades entre 27-69 años ($X=45$), 4 mujeres (40%) con edades entre 23-62 años ($X=46$), con los siguientes diagnósticos: 3 con Pancreatitis aguda grave (30%), 3 con sepsis grave 2 por neumonía nosocomial y 1 por abscesos intraabdominales (30%), 1 con preeclampsia severa (10%), 1 con Síndrome de Guillain Barré (10%) y 2 postoperados con abdomen cerrado uno por resección de aneurisma de aorta abdominal y otro por drenaje de hematoma retroperitoneal por sobreanticoagulación (20%) (cuadro 1).

Los valores del volumen corriente espirado (V_{te}), la presión máxima inspiratoria de la vía aérea ó presión pico (PIP), la presión media de la vía aérea (P_m), presión diferencial ó delta p ($PIP - PEEP$), de la presión intrabdominal (PIA), de la diferencia arterio-venosa de oxígeno ($Da-vO_2$), de los cortocircuitos intrapulmonares (Q_s/Q_t), del porcentaje de extracción de oxígeno ($\%EO_2$), del gradiente alveolo-arterial de oxígeno ($GA-aO_2$), presión arterial de oxígeno (paO_2), el índice de oxigenación (IK), la velocidad de flujo de la arterial cerebral media (V_{facm}) y el índice de pulsatilidad (IP) durante ventilación controlada por presión y los tres niveles de PEEP (5, 10 y 16 cmH₂O) (tabla 1), encontrándose que el valor de la presión pico (PIP), la presión media (P_m) y la presión intraabdominal (PIA) se incrementaron en forma paulatina a mayor nivel de PEEP con diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) entre los tres niveles de PEEP.

Al analizarse los valores expresados en medianas de los pacientes de acuerdo al nivel de PEEP (5 vs. 10 cmH₂O) se encontró significancia estadística entre la diferencia de los valores de: la PIP ($p= 0.043$), P_m ($p= 0.043$) y la PIA

($p= 0.043$) (tabla 2), en el nivel PEEP (5 vs. 16 cmH_2O) en la PIP ($p= 0.043$), Pm (0.043), PIA ($p= 0.043$), GA-aO₂ ($p= 0.043$) y el IK ($p= 0.044$) (tabla 3) y en el nivel de PEEP (10 vs. 16 cmH_2O) en la PIP ($p= 0.043$), Pm ($p= 0.043$), PIA ($p= 0.041$), GA-aO₂ ($p= 0.043$) y en el IK ($p= 0.043$).

En cuanto a las variables gasométricas: diferencia arterio-venosa de oxígeno (Da-vO_2), % de extracción de O₂, cortocircuitos intrapulmonares (Qs/Qt), paCO_2 , por doppler transcraneal: velocidad media de flujo sanguíneo cerebral de la arteria cerebral media (Vfacm) e índice de pulsatilidad y de mecánica pulmonar: delta p (PIP – PEEP) se encontraron diferencias entre las medianas del nivel de PEEP 5 vs.10 cmH_2O (tabla 2), de 5 vs. 16 cmH_2O (tabla 3) y de 10 vs. 16 cmH_2O (tabla 4), sin tener significancia estadística esta diferencia a ningún nivel de PEEP .

En la gráfica 1 se muestran los valores de las medianas, los percentiles 25 y 75 así como los valores máximos y mínimos de la PIP, en los tres diferentes niveles de PEEP (5, 10 y 16 cmH_2O).

En la gráfica 2 se muestran los valores de las medianas, los percentiles 25 y 75 así como los valores máximos y mínimos de la Pm en los tres diferentes niveles de PEEP (5, 10 y 16 cmH_2O).

En la gráfica 3 se muestran los valores de las medianas, los percentiles 25 y 75 así como los valores máximos y mínimos de la PIA en los tres diferentes niveles de PEEP (5, 10 y 16 cmH_2O).

En la gráfica 4 se muestran los valores de las medianas, los percentiles 25 y 75 así como los valores máximos y mínimos del GA-aO₂ en los tres diferentes niveles de PEEP (5, 10 y 16 cmH_2O).

En la gráfica 5 se muestran los valores de las medianas, los percentiles 25 y 75 así como los valores máximos y mínimos del IK en los tres diferentes niveles de PEEP (5, 10 y 16 cmH₂O).

VIII. CUADROS Y GRAFICAS

CUADRO No. 1

CARACTERISTICA	VALOR
*EDAD años	
Masculino	45±13
Femenino	46±12
SEXO No. (%).	
Masculino	6 (60)
Femenino	4 (40)
DIAGNOSTICOS (No. (%))	
Pancreatitis grave	3 (30)
Sepsis grave	3 (30)
Guillain Barré	1 (10)
Preeclampsia	1 (10)
PO abdomen	2 (20)

En el cuadro se muestran las características demográficas de los pacientes que se incluyeron en el estudio.

* valores expresados en promedios y desviación estándar.

TABLA No. 1

VARIABLE	PEEP 5	PEEP 10	PEEP 16
Vt (ml)	506	479	480
PIP (cmH ₂ O)	20.7	25.9	31.7
Pm (cmH ₂ O)	9	17.3	20.1
PIA (cmH ₂ O)	8	12.5	14
Delta p (cmH ₂ O)	15.7	15.9	15.7
Vfacm (cm/seg ²)	45	48	65
IP	1.28	1.33	1.32
Da-vO ₂ (mmHg)	2.3	2.7	3.4
%EO ₂	15	15	20
Qs/Qt (%)	36	26	26
GA-aO ₂ (mmHg)	297.6	317.7	354.1
IK	181	182	147
paCO ₂ (mmHg)	26.9	28	30.8

En la tabla se muestran los valores expresados en medianas de las variables medidas en los pacientes incluidos en el estudio durante la ventilación mecánica controlada por presión y tres diferentes niveles de PEEP.

TABLA No. 2

VARIABLE	PEEP 5	PEEP 10	P
Vte (ml)	506	479	NS
PIP (cmH ₂ O)	20.7	25.9	S
Pm (cmH ₂ O)	9	17.3	S
Delta p (cmH ₂ O)	15.7	15.9	NS
PIA (cmH ₂ O)	8	12.5	S
Vfacm cm/seg ²	45	48	NS
IP	1.28	1.33	NS
Da-vO ₂ (mmHg)	2.3	2.7	NS
%EO ₂	15	15	NS
Qs/Qt (%)	38	26	NS
GA-aO ₂ (mmHg)	297.6	317.7	NS
IK	181	182	NS
paCO ₂ (mmHg)	26.9	28	NS

En la tabla se muestra la significancia estadística de la diferencia entre los valores expresados en medianas de las variables obtenidas en los pacientes incluidos en el estudio con ventilación mecánica controlada por presión, durante la utilización de PEEP de 5 y 10 cmH₂O .

S ($p < 0.05$), NS ($p > 0.05$).

TABLA No. 3

VARIABLE	PEEP 5	PEEP 16	P
Vte (ml)	506	480	NS
PIP (cmH ₂ O)	20.7	31.7	S
Pm (cmH ₂ O)	9	20.1	S
Delta p (cmH ₂ O)	15.7	15.7	NS
PIA (cmH ₂ O)	8	14	S
Vfacm cm/seg ²	45	65	NS
IP	1.28	1.32	NS
Da-vO ₂ (mmHg)	2.3	3.4	NS
%EO ₂	15	20	NS
Qs/Qt (%)	36	26	NS
GA-aO ₂ (mmHg)	297.6	354.1	S
IK	181	147	S
paCO ₂ (mmHg)	26.9	30.8	NS

En la tabla se muestra la significancia estadística de la diferencia entre los valores expresados en medianas de las variables obtenidas en los pacientes incluidos en el estudio con ventilación mecánica controlada por presión, durante la utilización de de PEEP de 5 y 16 cmH₂O .

S ($p < 0.05$), NS ($p > 0.05$).

TABLA No. 4

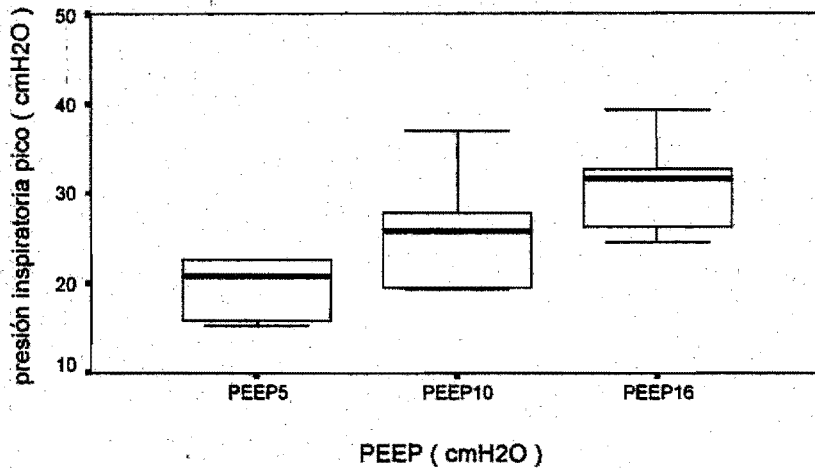
VARIABLE	PEEP10	PEEP 16	P
Vte (ml)	479	480	NS
PIP (cmH ₂ O)	25.9	31.7	S
Pm (cmH ₂ O)	17.3	20.1	S
Delta p (cmH ₂ O)	15.9	15.7	NS
PIA (cmH ₂ O)	12.5	14	S
Vfacm cm/seg ²	48	65	NS
IP	1.33	1.32	NS
Da-vO ₂ (mmHg)	2.7	3.4	NS
%EO ₂	15	20	NS
Qs/Qt (%)	26	26	NS
GA-aO ₂ (mmHg)	317.7	354.1	S
IK	182	147	S
paCO ₂ (mmHg)	28	30.8	NS

En la tabla se muestra la significancia estadística de la diferencia entre los valores expresados en medianas de las variables obtenidas en los pacientes incluidos en el estudio con ventilación mecánica controlada por presión, durante la utilización de de PEEP de 10 y 16 cmH₂O .

S ($p < 0.05$), NS ($p > 0.05$).

Gráfica No. 1

PEEP y presión inspiratoria pico

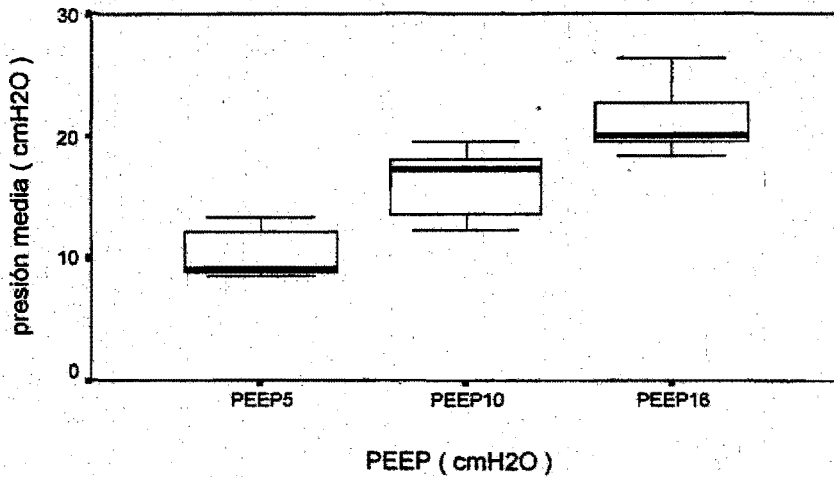


Fuente: Hoja de monitoreo ventilatorio UCI

En la gráfica se muestra el comportamiento de los valores expresados en medianas de la presión inspiratoria pico en los tres diferentes niveles de PEEP con $p < 0.05$ entre PEEP5 vs. PEEP10, PEEP5 vs. PEEP16 y PEEP10 vs. PEEP16.

Gráfica No. 2

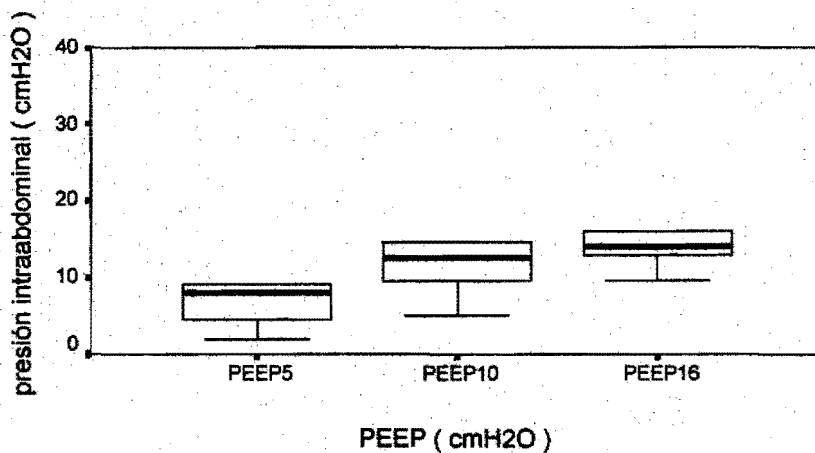
PEEP y presión media de la vía aérea



Fuente: Hoja de monitoreo ventilatorio UCI

En la gráfica se muestra el comportamiento de los valores expresados en medianas de la presión media de la vía aérea en los tres diferentes niveles de PEEP con $p < 0.05$ entre PEEP5 vs. PEEP10, PEEP5 vs. PEEP16 y PEEP10 vs. PEEP16.

Gráfica No. 3
PEEP y presión intraabdominal

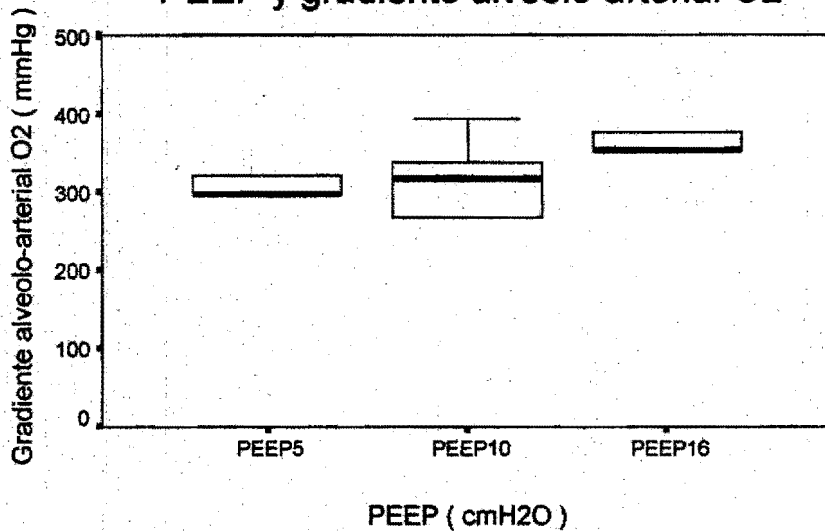


Fuente: Hoja de monitoreo ventilatorio UCI.

En la gráfica se muestra el comportamiento de los valores expresados en medianas de la presión intraabdominal en los tres diferentes niveles de PEEP con $p < 0.05$ entre PEEP5 vs. PEEP10, PEEP5 vs. PEEP16 y PEEP10 vs. PEEP16.

Gráfica No. 4

PEEP y gradiente alveolo-arterial O₂

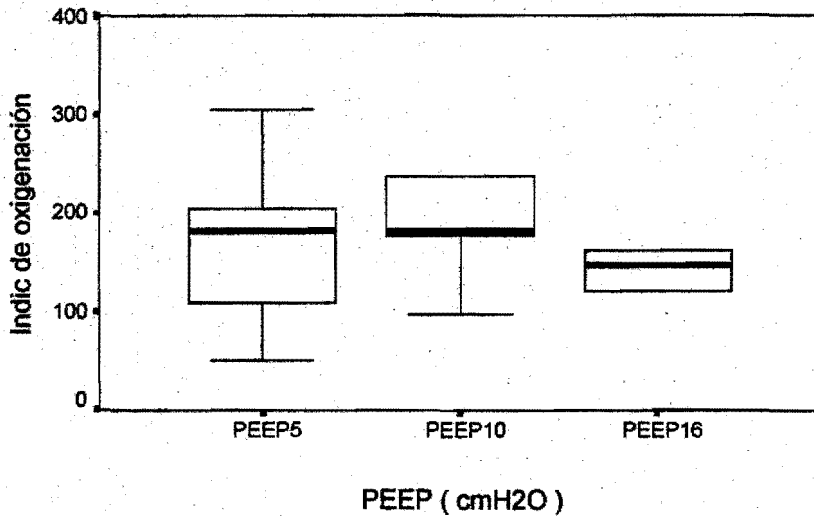


Fuente: Hoja de monitoreo ventilatorio UCI

En la gráfica se muestra el comportamiento de los valores expresados en medianas del gradiente alveolo arterial d oxígeno en los tres diferentes niveles de PEEP con $p < 0.05$ entre PEEP5 vs. PEEP16 y PEEP 10 vs. PEEP16.

Gráfica No. 5

PEEP e índice de oxigenación



Fuente: Hoja de monitoreo ventilatorio UCI

En la gráfica se muestra el comportamiento de los valores expresados en medianas del índice de oxigenación en los tres diferentes niveles de PEEP con $p < 0.05$ entre PEEP5 vs. PEEP16 y PEEP10 vs. PEEP16.

IX. DISCUSIÓN

La ventilación mecánica es empleada en la gran mayoría de pacientes que ingresan a las Unidades de Cuidados Intensivos, utilizándose en nuestra unidad en el 95% de los ingresos y todos estos pacientes requieren la utilización de PEEP en diferentes niveles durante su estancia y como parte del apoyo mecánico ventilatorio, independientemente del modo de ventilación.

La PIA debe formar parte del monitoreo de los pacientes en la UCI, debido a la repercusión conocida en los diferentes órganos y sistemas cuando se incrementa a valores superiores a 12 mmHg, entidad conocida como hipertensión intraabdominal (HIA).

De acuerdo a los resultados obtenidos, las variables que tuvieron significancia estadística considerando una $p < 0.05$ fueron la PIA, $GA-aO_2$, índice de oxigenación, PIP y Pm al aplicar los diferentes niveles de PEEP.

En relación a la PIP y Pm los resultados coinciden con lo reportado en estudios previos donde se encontró que al incrementar el nivel de PEEP se incrementan las presiones de la vía aérea (14), sabemos que la PEEP es empleada en diferentes estrategias de ventilación mecánica para mejorar la oxigenación²⁹, también se ha descrito que el uso de PEEP en ciertos casos puede ser deletéreo por originar sobredistensión alveolar y por consiguiente deterioro en la oxigenación, como lo obtenido en el presente estudio donde se incrementó $GA-aO_2$ con disminución en el índice de oxigenación cuando no se requieren niveles elevados de PEEP.

El principal objetivo de éste trabajo fue determinar la influencia de la PEEP sobre el valor de la PIA y efectivamente observamos una relación lineal entre estas dos variables, ya que al incrementar la PEEP se incrementó la PIA.

Hasta este momento, en la literatura se ha descrito principalmente el efecto de la PIA con valores entre 15-20 mmHg sobre las presiones de la vía aérea ocasionando un aumento en la PIP y Ppl por elevación del diafragma originando un patrón de tipo restrictivo con disminución en la distensibilidad pulmonar y alteración en la mecánica pulmonar.

En estudios realizados en pacientes con HIA, al realizar descompresión quirúrgica abdominal se disminuyeron las presiones de la vía aérea con mejoría en la paO_2 / fiO_2 ^{17,23}, esta característica se ha observado también en estudios experimentales en animales provocando aumento en la PIA presentándose como consecuencia disminución en la distensibilidad de la pared torácica.

En estudios en humanos se demostró como influye el nivel de PEEP sobre el valor de la PIA encontrándose que la PIA solo se modifica con niveles de PEEP > 15 cmH_2O ²⁸.

Los resultados obtenidos sugieren que se crea un círculo vicioso en pacientes con HIA ya que muchos de ellos requieren utilizar niveles de PEEP alto para mejorar la oxigenación por lo que al utilizar PEEP podemos crear HIA con valores > 12 mmHg en pacientes con PIA previamente normal ó hasta valores críticos > 25 mmHg con PEEP \geq 16 cmH_2O ya que es este nivel de PEEP el aceptado como PEEP ideal para evitar el colapso alveolar en maniobras de reclutamiento alveolar¹⁶, por lo que la utilización de este nivel de PEEP puede originar posiblemente un síndrome compartamental abdominal y explicar porque en ciertos casos al emplear PEEP a este nivel no se obtiene el resultado sobre la oxigenación de los pacientes con ésta maniobra, de ahí la importancia de poder determinar en forma individual el PEEP óptimo en pacientes con SIRA secundario por HIA para mejorar la oxigenación y no incrementar aún más las presiones de la vía aérea por mayor aumento en la PIA.

Debido a que los pacientes incluidos no se encontraron hemodinámicamente inestables, las variables gasométricas $Da-vO_2$, % extracción de O_2 y Qs/Qt no reportaron alteraciones importantes ó estadísticamente significativas, pero desde el punto de vista clínico debido a la utilización de PEEP los Qs/Qt disminuyeron cuando se empleo el PEEP de 10 y 16 encontrándose con una $Da-vO_2$ más amplia con la consiguiente mejoría en la extracción de oxígeno, que es una de las características más importantes que resultan con la utilización de PEEP²⁶.

Al presentar incremento en la presión media de la vía aérea, la disminución del gasto cardiaco es factible, por lo que se espera disminución del flujo sanguíneo²² cerebral que en condiciones de autorregulación cerebral disminuirá el diámetro

del vaso sanguíneo cerebral (vasoconstricción) para mantener la perfusión cerebral, que ocaiones puede llegar hasta la isquemia y que mediante doppler transcraneal²⁸ se traduce como un incremento en la velocidad de flujo de las arterias cerebrales y que en el presente estudio aunque no hubo diferencia estadísticamente significativa y se encontraron las velocidades dentro de valores normales (vasoespasmo= velocidad de flujo > 120 cm/seg²), cuando se utilizó PEEP de 16 cmH₂O se incrementó la velocidad de flujo de 45 cm/seg² a 65 cm/seg² probablemente por disminución del flujo sanguíneo cerebral secundario a una disminución del gasto cardíaco y esto sería importante en aquellos pacientes con isquemia cerebral ya que se puede ocasionar mayor isquemia cerebral con la probabilidad de crear una zona de infarto que sería deletéreo para este tipo de pacientes²⁰.

Al presentar incremento en la paCO₂ de 26.9 a 30.8 mmHg, el cambio e incremento en la velocidad de flujo de la arteria cerebral no se debió al aumento del CO₂ porque de ser así esperaríamos disminución de la velocidad (reactividad vascular cerebral al CO₂)²⁹ y no incremento como se presentó en los pacientes del estudio.

X. CONCLUSIONES

- I. El valor de la PIA se incrementa al aumentar el nivel de PEEP en forma lineal, inclusive llevándola a valores deletéreos en pacientes graves con ventilación mecánica controlada.
- II. En pacientes que tengan HIA el uso de PEEP puede ser deletéreo ya que causa aumento de la PIA creando un círculo vicioso.
- III. La utilización de PEEP incrementa la presión pico y media de la vía aérea, por lo que debe ser monitorizada la mecánica pulmonar para evitar la ruptura alveolar.
- IV. En pacientes con daño pulmonar ó SIRA que requieren empleo de PEEP elevado se debe monitorizar la PIA en forma habitual.
- V. La utilización de PEEP disminuye los cortocircuitos pulmonares pero en ocasiones puede causar sobredistensión alveolar originando disminución del índice de oxigenación e incremento del gradiente alveolo-arterial de oxígeno.
- VI. Al incrementarse la presión pico y media de la vía aérea existe la probabilidad de disminuir el flujo sanguíneo cerebral y por lo consiguiente incrementar la velocidad de flujo que sería deletéreo en aquellos pacientes con vasoespasmo cerebral previo.
- VII. La PEEP es la única variable en el manejo ventilatorio que hasta el momento ha demostrado que mejora la oxigenación en los pacientes con daño pulmonar ó SIRA, pero queda demostrado que su utilización no es inocua por lo que siempre todo paciente en el que se utilice PEEP debe

ser monitorizado con mecánica pulmonar, gasometría arterial, presión intraabdominal y con doppler transcraneal de ser posible para poder controlar ó monitorizar los efectos deletéreos de esta variable ventilatoria tan importante.

XI. BIBLIOGRAFÍA

1. Cullen DJ et al. Cardiovascular, pulmonary and renal effects of massively increased intraabdominal pressure in critically ill patients. *Crit Care Med* 1989;17:118-21.
2. Sugrue M. Intraabdominal pressure and intensive care. *Yearbook of intensive care and emergency Medicine* 1998:667-76.
3. Lawrence N et al. Splanchnic ischemia and bacterial traslocation in the abdominal compartment syndrome *J Trauma* 1997;5:852-55.
4. FOM secondary a increased intraabdominal pressure. *Infection* 1999; 27:61-6
5. Burch JM. The abdominal compartment syndrome. *Surg clin North Am* 1996;76:833-42.
6. Johna S et al. Abdominal comparment syndrome: does intracystic pressure reflect actual intraabdominal pressure? A prospective study in surgical patients. *Crit Care* 1999;3:135-38.
7. Yol S. Is urinary bladder pressure a sensitive indicator of intraabdominal pressure?. *Endoscopy* 1998;30:778-80.
8. Iberti TJ. Determination of intraabdominal pressure using a transurethral bladder catheter *Anesthesiology* 1989;70:47-50.
9. Simultaneous measurement of inraadominal pressure and regional CO2 via gastric tonometer *Inten Care Med* 2000;26:S 324.

10. Cheatham ML et al. Abdominal perfusion pressure: a superior parameter in the assessment of intraabdominal hypertension. *J Trauma* 200;49: 621-6.
11. Bailey J. Abdominal Compartment Syndrome. *Crit Care Med* 2000;4: 23-29.
12. Fulda G. Intraabdominal Hypertention *Critical Care Report* 1990;1:336-43.
13. Malbrain M. Abdominal pressure in the critically ill. *Curr Opinion Crit Care* 2000;6:17-29.
14. Malbrain Met al. Relation of body mass index (BMI) lactate and PIA to subsequent mortality in UCI patients *Crit Care Med* 1999;20:S1.
15. Richardson JD, *J Surg Res* 1976, 20,401-4 Hemodynamic and respiratory alterations with increased intraabdominal pressure
16. Sugrue M. Prospective study of intraabdominal hypertension and renal function after laparotomy. *Br J Surg* 1995;82:235-8.
17. Ranieri VM. Impairment of lung and chest wall mechanics in patients with acute respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 1997;156:1082-91.
18. Amato M et al. Beneficial effects of the open lung approach with low distending pressures in acute respiratory distress syndrome *Am J Respir Crit Care Med* 1995;152:1835-46.
19. Pelosi P et al. Effects of positive and expiratory pressure on respiratory function in head injured patients. *Int Care Med* 2000;26:S329.

20. Burchiel KJ et al. Intracranial pressure changes in brain injured patients requiring PEEP ventilation. *Neurosurgery* 1981;8:443-49.
21. Diebel LN. Effects of increasing airway pressure and PEEP on the assessment of cardiac preload. *J trauma* 1997;42:496-503.
22. Bloomfield J. A proposed relationship between increased PIA intrathoracic and PIC. *Crit Care Medicine* 1997;25:496-503.
23. Gattinoni L. Acute respiratory distress syndrome caused by pulmonary and extrapulmonary disease *Am Respir Crit Care* 1998;158:3-11.
24. Burchard KW et al. Positive and expiratory pressure with increased intraabdominal pressure. *Surg Gynecol* 1985;161:313-18.
25. Ferrara A. Hypothermia and acidosis worsen coagulopathy in the patient requiring massive transfusion *Am J Surg* 1990;160:515-18.
26. Slutsky AS. Mechanical Ventilation. *Chest* 1993;104:1833-1859.
27. Ramsay MAE et al. Controlled sedation with alphaxalone-alphadalone *Brit Med J* 1974;2:656-674.
28. Sussman AM et al. Effect of positive end expiratory pressure on intraabdominal pressure *South Med J* 1991; 697-700.
29. Aaslid R, Makwalder T, Normes H. Noninvasive transcranial doppler ultrasound recording of flow velocities in basal cerebral arteries. *J Neurosurg* 1982; 57 :769.

30. Aaslid R. Transcranial Doppler Sonography. Cerebral hemodynamics. Ed
Springer-Verlag Wien New York 1986; p 60-85.