



11202 41  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
DELEGACIÓN 3 SUROESTE DISTRITO FEDERAL  
CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI  
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES  
"DR. BERNARDO SEPÚLVEDA G."

"NIVELES DE PRESIÓN POSITIVA AL FINAL DE LA  
ESPIRACIÓN EN PACIENTES OBESOS BAJO  
VENTILACIÓN MECÁNICA Y ANESTESIA GENERAL.  
Efectos sobre intercambio gaseoso y mecánica ventilatoria"

TESIS DE POSGRADO

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
MEDICO ANESTESIÓLOGO

P R E S E N T A :  
FERNANDO DOMÍNGUEZ RANGEL

ASESOR: DR. FELIPE PALMA RODRÍGUEZ



MÉXICO, D.F.

2002

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



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.

**AUTORIDADES DE LA DIVISIÓN DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN MEDICA**

**DR. JOSÉ HÁLABE CHEREM**  
JEFE DE LA DIVISIÓN DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN MEDICA  
H.E.C.M.N. "SIGLO XXI"

**DR. ALFONSO QUIROZ RICHARDS**  
JEFE DEL SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA  
H.E.C.M.N. "SIGLO XXI"

**ASESOR**

**DR. FELIPE PALMA RODRÍGUEZ**  
MÉDICO NO FAMILIAR. NEUROANESTESIOLOGO.  
ADSCRITO AL H.E.C.M.N. "SIGLO XXI"

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



**SUBDIVISION DE ESPECIALIZACION  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
FACULTAD DE MEDICINA  
U. N. A. M.**

**DELEGACION 3 SURCOSTE D.F.  
C.M.N. SIGLO XXI  
HOSP. DE ESPECIALIDADES  
RECIBIDA  
14 MAR 2002  
DIV. EDUCACION E INVESTIG. MEDICA**

## AGRADECIMIENTOS

### **Como hace 3 años...Gracias, nuevamente a Dios:**

Por permitirme dar un paso más con todas las bondades que la vida le puede dar al más humilde de sus hijos y seguir siéndole útil a mis pacientes.

### **Nuevamente a mis padres:**

Por la inquebrantable y ciega fe en su hijo. Papá, Mamá: Nuevamente les he cumplido. Gracias por su infinito amor. Gracias por convertirme en el más feliz de los hombres.

### **Nuevamente a Alhell:**

Ayer, la novia; hoy la esposa. Gracias compañera mía por darme la dicha de andar los nuevos caminos juntos, mano a mano. Sabes que sin ti esto quizá no hubiera sido posible.

### **Nuevamente a Elizabeth y Zurisadal:**

Hoy no dejaré pasar la oportunidad de reconocer lo orgulloso que estoy de ustedes y espero haber sido tan buen ejemplo como lo fué Alberto. Peluche: Nunca me vas a alcanzar.

### **Nuevamente a Mario Alberto:**

Porque nunca has dejado de ser ejemplo.

### **Nuevamente a la familia de allá:**

Siempre será un placer verlos... o que me vean.

### **Nuevamente a la familia de acá:**

Gracias por el desmesurado amor hacia mis padres. No importa lo patológico que sea.

### **En esta ocasión, GRACIAS :**

**A mi asesor: Dr. Palma:** Por su tiempo e interés hacia mi persona y hacia este trabajo para hacerlo posible. Gracias por su paciencia y su tiempo. Además gracias a usted y ...

**Al Dr. Jaramillo, al Dr. Vila, al Dr. Gallindo, al Dr. Castañeda, al Dr. Mario Pineda, a la Dra. Dávila, al Dr. Gonzaga, al Dr. Rivera, al Dr. Villegas, al Dr. Gómez Arzápalo, al Dr. Mata, al Dr... et al** Gracias por esos momentos que me dedicaron para enseñarme el conocimiento útil y heredarme la pasión por la Anestesiología no solo como una ciencia, sino como todo un arte.

**Al Dr. Israel Calderón:** Sin su ayuda quizá habría sido posible terminar este trabajo, pero nunca lo habría entendido yo.

### **Por último: Gracias a mis hijos Montserrat y Luis Fernando:**

Por ser el motor y eje de mis acciones, por enseñarme el milagro de ser eslabón y formador de cadenas. Gracias por darme la motivación para dar pasos más grandes y sobre todo espero que en el futuro siempre estén orgullosos de su padre.

**Y para concluir... nuevamente gracias a mí:** otra vez que friega me llevé.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## CONTENIDO

	Paginas.
Abstract .....	5
Antecedentes.....	7
Planteamiento del problema.....	14
Hipótesis.....	14
Objetivos.....	16
Variables de estudio.....	17
Material y Métodos .....	20
Análisis Estadístico .....	23
Resultados .....	23
Discusión .....	29
Conclusiones .....	30
Bibliografía.....	31
Resumen.....	34

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## LEVELS OF POSITIVE END-EXPIRATION PRESSURE IN OBESE PATIENTS UNDER MECHANICAL VENTILATION AND GENERAL ANESTHESIA.

\* Domínguez Rangel, Fernando. \*\* Palma Rodríguez, Felipe. \*\*\* Quiroz Richards Alfonso.

### SUMMARY

Obese patients have a complex restrictive pattern on the pulmonary function what predispose to inefficient ventilation during and after general anesthesia. The use of Positive End-Expiration Pressure (P.E.E.P.) is a useful choice to management of the obese patient under general anesthesia but we don't know if have a relationship with the body mass index (IMC).

### OBJECTIVE

Evaluate the value of additional PEEP on the standar mechanical ventilation in the obese patient (IMC > 30 kg/m<sup>2</sup>) under general anesthesia to maintain a optimal gas exchange and correlate this effect with de body mass index.

### RESULTS

The authors carried a prospective, longitudinal, randomized, and comparative clinical trial approved by the ethics committee of our institution with a group of 70 obese patients: 43 mens (61.4%) and 27 women (38.6%) with a age average of 46.99 ± 13.6 old years, weight 86.74 ± 14.38 kg and main height of 1.63 ± 0.08 mts and Body Mass Index of 32.35 ± 3.5 kg/m<sup>2</sup>. 38 patients were classified ASA II (54.3%) and 32 patients classified ASA III (45.7%). Demographics data shown no significant differences until two grupos of study. A group is denominated control and other is de study group. Each group was formed for 35 patients. Most frequents preoperatives diagnosys are neurosurgycal diseaseas: intracranial tumors (15 pacientes = 21.42%), cerebral aneurisma (six patients = 10.71%) and discal hernia (six patients). Each group recived general anesthesia under continuous monitoring, and continue with mechanical ventilation in volume-control with zero PEEP until maintain ETCO<sub>2</sub> in 30mmHg por 10 minutes. Control group continue without changes. At the study group were increase the value of PEEP to 5, 7 and 10 cmH<sub>2</sub>O for 20 minutes. All the measurements were performed (PaO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub>, ETCO<sub>2</sub>, SpO<sub>2</sub>, Heart rate, Blood Pressure, Pressure peak, Pressure plateau and static compliance was calculated) each 20 minutes by each step of PEEP. ANOVA was performed as statistical test with alfa value < 0.01 and p<0.05 is statistically significative. Changes en the means values of the measurements was observed as follow: 1) PaO<sub>2</sub> increase slightly in the level 3 and 10 of PEEP and this changes are not statistically significatives. (p>0.05). 2) PaCO<sub>2</sub> decrease slightly when PEEP is allocated in level 7 and 10, but this changes are not statistically significatives. 3) ETCO<sub>2</sub> is similar in all measurements and don't have relation with the register of PaCO<sub>2</sub>. 4) The airway pressures are increase proportionally at level of PEEP, but is not higher than 30 cmH<sub>2</sub>O, reason why are not statistically significative. 5) Compliance is stable during trial with slight decrease at the level PEEP 10, Too is not statistically significative. 6) The heart rate and blood pressure are maintain without significatives changes at the levels 5 and 7 cmH<sub>2</sub>O of PEEP. None patient was excluded of this study.

### CONCLUSION

The routine use of PEEP in obese patients is safe, but no have found to benefit all patients. We propose a adequate election of each patient in who can probe the usefulness of PEEP. No found relationship between levels of PEEP and body mass index.

Keywords: PEEP. Compliance, obesity, gas exchange.

\* Resident of Anesthesiology. Hospital de Especialidades. "DR. BERNARDO SEPÚLVEDA G." C.M.N. SIGLO XXI.

\*\* Neuroanesthesiology. Hospital de Especialidades. "DR. BERNARDO SEPÚLVEDA G." C.M.N. SIGLO XXI.

\*\*\* Neuroanesthesiology. Manager of Department of Anesthesiology. Hospital de Especialidades. "DR. BERNARDO SEPÚLVEDA G." C.M.N. SIGLO XXI.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## **Niveles de Presión Positiva al Final de la Espiración (P.E.E.P.) en pacientes obesos bajo ventilación mecánica.**

\* Domínguez Rangel, Fernando. \*\* Palma Rodríguez, Felipe. \*\*\* Quiroz Richards Alfonso.

### **RESUMEN.**

El paciente obeso padece de un complejo patrón restrictivo que a nivel respiratorio lo predispone a mala ventilación que puede acentuarse durante y después de anestesia general. El uso de P.E.E.P. es una alternativa útil para su manejo bajo anestesia general pero no sabemos que relación guarde con el Índice de masa corporal.

### **OBJETIVO**

Evaluar el valor de PEEP adicional a la ventilación mecánica en el paciente obeso (I.M.C. >30kg/m<sup>2</sup>) bajo anestesia general que determine un intercambio gaseoso óptimo y correlacionado con el Índice de masa corporal.

### **RESULTADOS**

Se realizó un ensayo clínico controlado, prospectivo, comparativo, longitudinal, aleatorio de un grupo de 70 pacientes: 43 hombres (61.4%) y 27 mujeres (38.6%) con edad entre 18 y 65 años con media de  $46.99 \pm 13.6$  años, con peso promedio de  $86.74 \pm 14.38$  kg, talla de  $1.63 \pm 0.08$  e Índice de Masa Corporal de  $32.35 \pm 3.5$  kg/m<sup>2</sup>. De los 70 pacientes, 38 están clasificados como ASA II (54.3%) y 32 pacientes fueron ASA III (45.7%). La distribución demográfica de los grupos no mostró diferencias significativas. Los diagnósticos más frecuentes fueron de tipo neuroquirúrgico: 15 pacientes con tumores intracraneales (21.42%), 6 pacientes con aneurismas cerebrales (10.71%), 6 pacientes con hernia de disco (10.71%) y 4 pacientes sometidos a endarterectomía (5.71%). Se dividieron en 2 grupos de 35 pacientes aleatoriamente siendo un grupo control que bajo anestesia general no recibió PEEP mayor de 3 cmH<sub>2</sub>O y el grupo de estudio que recibió niveles de PEEP de 5, 7 y 10 cmH<sub>2</sub>O por pasos de 20 minutos para tomar muestras y medir parámetros gasométricos y registrar presiones de vía aérea y signos vitales. La PaO<sub>2</sub> tiene su valor máximo con PEEP 3 y con PEEP 10, pero las diferencias no son estadísticamente significativas ( $p > 0.05$ ). La PaCO<sub>2</sub> mantiene sus valores constantes con ligero descenso a PEEP de 7 y 10, pero las diferencias no son estadísticamente significativas. ( $p > 0.05$ )

La ETCO<sub>2</sub> desciende conforme aumenta el PEEP, pero no se correlaciona con PaCO<sub>2</sub>. Las diferencias no son significativas ( $p > 0.05$ ). Las presiones pico y meseta se elevan proporcionalmente al incremento en el PEEP con un promedio máximo de 27 cmH<sub>2</sub>O, pero no son diferencias estadísticamente significativas. La compliance y el volumen minuto disminuyen discretamente conforme aumenta la PEEP, pero no requirió de ajustes adicionales. Hemodinámicamente se mantienen estables aunque disminuye la PAM con PEEP de 10 cmH<sub>2</sub>O

### **CONCLUSIÓN**

En conclusión, el uso rutinario de PEEP no se recomienda pues el análisis estadístico demostró que no hay significancia estadística, sin embargo, es indudable la utilidad clínica del PEEP, pues está probado que mejora modestamente la oxigenación y la eliminación de CO<sub>2</sub>, recluta alveolos y dentro de valores entre 5 y 7 cmH<sub>2</sub>O no representa riesgo para el paciente obeso.

**Palabras clave:** P.E.E.P, compliance, obesidad, intercambio gaseoso.

\* RESIDENTE DEL TERCER AÑOS DE ANESTESIOLOGÍA. HOSPITAL DE ESPECIALIDADES "DR. BERNARDO SEPÚLVEDA G." CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI.

\*\* MÉDICO NO FAMILIAR. NEUROANESTESIOLOGO ADSCRITO AL HOSPITAL DE ESPECIALIDADES "DR. BERNARDO SEPÚLVEDA G." CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI

\*\*\* MÉDICO NO FAMILIAR. NEUROANESTESIOLOGO. JEFE DEL SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA DEL HOSPITAL DE ESPECIALIDADES "DR. BERNARDO SEPÚLVEDA G." CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI.

## ANTECEDENTES.

### El Paciente Obeso.

La obesidad es un término asignado tradicionalmente a la condición de exceso de grasa corporal. El vocablo deriva del latín *obesus*, que significa: el que engorda por comer; concepto que es válido si partimos del fenómeno concreto y persistente de un aporte nutricional mayor a la demanda calórica del organismo. Sin embargo, la perspectiva actual contempla una etiología multifactorial de la obesidad, colocando a la limitación de la actividad física no sólo como causa sino como consecuencia del aumento de la masa corporal <sup>(1)</sup>. Se han identificado factores de riesgo para el desarrollo de la obesidad, en los que destacan la predisposición genética y familiar, el grupo étnico (mexicanos americanos), un nivel socioeconómico medio y alto, así como trastornos metabólicos (Síndrome de Cushing, hipotiroidismo). El consumo de alcohol que parece ser determinante en la distribución corporal de grasa. Se está probando en ratones, una sustancia propia llamada leptina (regulada por su gen *ob*) produce pérdida de grasa corporal y disminución del apetito en ratones <sup>(1)</sup>.

El Índice de Masa Corporal (IMC) es el parámetro más aceptado para definir la proporción entre peso y talla. Se calcula dividiendo el peso (en Kg) entre la talla (en metros) al cuadrado. Se clasifica como normal al paciente con un IMC < 25 kg/m<sup>2</sup>, como sobrepeso con IMC de 25-30 kg/m<sup>2</sup>, obeso con IMC >30 kg/m<sup>2</sup>, Obesidad Mórbida con IMC > 35 kg/m<sup>2</sup> y Obesidad Mórbida Extrema con IMC >55 kg/m<sup>2</sup> <sup>(1)</sup>. Esta clasificación se basa en que los pacientes con IMC mayor a 30 kg/m<sup>2</sup>, se asocian con un riesgo de complicaciones perioperatorias notablemente elevado <sup>(1)</sup>



La prevalencia mundial de obesidad es elevada con tendencia ascendente. En México, la prevalencia de la Obesidad en la población general es del 21% <sup>(2)</sup>, colocándonos dentro de los primeros tres lugares a nivel mundial, a la par de los Estados Unidos donde es del 22.5%; en Gran Bretaña es del 13% en varones y 15% en mujeres. En Países bajos y Escandinavia (Europa Oriental) es del 10% <sup>(1)</sup>.

### **Cambios Inducidos por la Obesidad.**

La obesidad es una patología que condiciona múltiples alteraciones en todos los órganos y sistemas corporales. A nivel respiratorio produce ronquidos, apnea del sueño<sup>(3)</sup>, un patrón ventilatorio restrictivo a expensas de una Capacidad Residual Funcional limitada que es producto de una *compliance* torácica disminuida y una resistencia de la vía aérea aumentada resultando en un aumento del trabajo ventilatorio a pesar de que la resistencia de la pared torácica no se afecta<sup>(1,4)</sup>. Estos cambios son proporcionales al grado de obesidad y se hacen más notorios cuando el paciente se encuentra bajo efecto de Anestesia General con ventilación mecánica <sup>(4)</sup>. La obesidad produce cefalea por vasodilatación por hipercapnia secundaria a la disminución en el volumen minuto ventilatorio con retención crónica de CO<sub>2</sub> aunado a una mayor producción del mismo, derivada del exceso de masa corporal <sup>(1)</sup>

A nivel cardiovascular la obesidad origina crecimiento excéntrico del ventrículo izquierdo, hipertrofia ventricular derecha, incremento del gasto cardíaco, predisposición a hipertensión pulmonar y falla ventricular por isquemia e

hipertensión. En el ECG se observa aplanamiento de la onda T en derivaciones inferiores (II, III, aVF y en ocasiones en V5 y V6), desviación de eje eléctrico a la izquierda y complejo QRS de bajo voltaje<sup>(6)</sup> Es un hecho, que la morbi-mortalidad del paciente obeso se relaciona directamente con la aterosclerosis que se produce y sus efectos secundarios en la macro y microcirculación de los órganos blanco (cerebro, corazón, riñón): isquemia, hipertensión y tromboembolismo (incluido el causado por ateromas). Los fenómenos observados en otros órganos, son consecuencia de este fenómeno primario.

### **Consideraciones Respiratorias en el Paciente Obeso.**

Es un hecho probado que la obesidad produce engrosamiento de las partes blandas que circundan la vía aérea y que dificultan el acceso a la misma. Algunos de estos efectos son: acortamiento del cuello, reducción en los ángulos de movilidad del mismo, desviación anterior de la tráquea, lengua y epiglotis prominente. Algunos estudios recientes denotan interés por el abordaje de la vía aérea para la intubación endotraqueal del paciente obeso así como para predecir la vía aérea difícil, mejorando las técnicas, incluso ideando e investigando nuevos implementos para perfeccionar la intubación endotraqueal, como el Estilete ó Guía Augustine <sup>(6)</sup> o el globo autoinflable, aunque ninguno de estos dispositivos ha demostrado ser superior a una adecuada técnica de laringoscopia. También se ha intentado comprobar que la maniobra de avance mandibular para ventilación con mascarilla facial bajo anestesia, no es útil<sup>(7)</sup> pues una ventilación pobre o nula se traduce en tiempo perdido y riesgo potencial para el paciente obeso.

## **La Ventilación Mecánica en el Paciente Obeso.**

El manejo ventilatorio del paciente obeso bajo ventilación mecánica ha cambiado sus estándares en los años recientes, buscando optimizar el intercambio gaseoso y reducir el trabajo ventilatorio por parte del paciente y por los ventiladores mecánicos, reducir las presiones de la vía aérea y, en consecuencia, disminuir las complicaciones inherentes a la ventilación mecánica de pacientes intubados bajo Anestesia General o en estado crítico.<sup>(8)</sup> La ventilación mecánica del paciente obeso se rige en la actualidad por el concepto de patrón restrictivo modificado, en el que inicialmente el paciente muestra un comportamiento restrictivo, mismo que caracteriza a la patología pleuropulmonar y de la pared torácica por el aumento en la grasa torácica circundante; y se sobrepone, como en la Obesidad Mórbida y el Síndrome Compartimental Abdominal <sup>(9)</sup> (que incluye a los procesos ocupativos abdominales y los procedimientos laparoscópicos) un patrón ventilatorio más restrictivo aún, debido a compresión de grasa abdominal sobre víscera y secundariamente sobre el diafragma además de compresión aortocava, que condiciona obstrucción del retorno venoso, disminución del gasto cardíaco y enteltecimiento de la perfusión periférica, que son fenómenos no observados en la restricción por patología pleuropulmonar pura.

Las investigaciones recientes se han dirigido a modificar en estos pacientes los diferentes parámetros ventilatorios. Si, como alternativa, el volumen corriente es elevado por arriba de los 13-15 ml/kg de peso ideal, no mejora el intercambio gaseoso y conduce paulatinamente a hipercapnia con presiones de vía aérea muy elevadas <sup>(10)</sup>. La posición prona en el paciente obeso bajo anestesia general

aumenta modestamente la Capacidad Residual Funcional, mejorando la mecánica ventilatoria (*compliance* y resistencia de la vía aérea) y por ende el intercambio gaseoso<sup>(11)</sup>. Sin embargo, otro estudio asegura lo contrario: la posición prona empeora la *compliance*, al aumentar la resistencia de la pared torácica para el libre movimiento y la estabilidad observada en el intercambio gaseoso no se debe en sí a la posición prona, sino que es resultado de las mejoras en el diseño de los nuevos implementos para posicionamiento del paciente, como son los armazones y mesas quirúrgicas <sup>(12)</sup>. Estos dos estudios difieren en su metodología al ser pacientes bajo Anestesia General en el primer caso y en el segundo caso son pacientes en estado crítico con posiciones compuestas.

El paciente obeso requiere ser sometido frecuentemente a intervención quirúrgica por patologías agregadas o de forma electiva a procedimientos terapéuticos como la Gastroplastía (aplicación de banda gástrica vía laparotomía o laparoscopia), que es una alternativa de tratamiento quirúrgico contra la obesidad. La vía laparoscópica (antes contraindicada en los obesos), ha demostrado en estudios recientes ser superior a la técnica abierta, ofreciendo menos dolor postoperatorio, menor deterioro de la función pulmonar, mejor nivel de saturación de oxígeno capilar (SpO<sub>2</sub>) y menor índice de complicaciones pulmonares perioperatorias <sup>(13)</sup>. La pérdida de peso secundaria a la gastroplastía, mejora paulatinamente los volúmenes y las capacidades pulmonares por un gradual fortalecimiento de la musculatura abdominal y torácica accesoria para la ventilación, que se observa incluso durante un plazo de 6 meses <sup>(14)</sup>.

La necesidad de optimizar el intercambio gaseoso en el paciente obeso bajo ventilación mecánica ha obligado a investigar los posibles beneficios de la administración de Presión Positiva al Final de la Espiración (P.E.E.P.). En sujetos sanos, la aplicación de P.E.E.P. en diferentes niveles o valores (0, 5, 10 y 15 cmH<sub>2</sub>O) ha mostrado diferentes efectos sobre el intercambio gaseoso y la mecánica pulmonar. Se ha observado que la ventilación con P.E.E.P. a bajos niveles mejora modestamente el intercambio gaseoso y tiene poco efecto sobre la distribución de flujo pulmonar <sup>(15)</sup> en el cual, la fuerza de gravedad es el principal determinante (zonas 1, 2 y 3 propuestas por Benumof y West);. En el Síndrome de Insuficiencia Respiratoria del Adulto (SIRA o antes SIRPA), la administración de P.E.E.P. forma parte del manejo ventilatorio rutinario en la actualidad, ya que produce hiperinflación pulmonar con reclutamiento de alvéolos <sup>(16)</sup>. En situaciones extremas, como en la cirugía pulmonar con ventilación de un solo pulmón mediante intubación selectiva, el conocimiento del auto-P.E.E.P. o P.E.E.P. intrínseco y del P.E.E.P. como soporte es fundamental, pues en esta situación poco usual, es posible mantener un intercambio gaseoso aceptable mediante el adecuado ajuste de los parámetros. No se ha demostrado una correlación franca entre la magnitud del auto-P.E.E.P. y la PaO<sub>2</sub>, aunque sí existe una relación inversa con el volumen espiratorio forzado preoperatorio <sup>(17)</sup>. La adición de P.E.E.P. al auto-P.E.E.P. durante la ventilación de un solo pulmón mejora discretamente la PaO<sub>2</sub> y limita la mezcla venosa que produce el pulmón no ventilado <sup>(18)</sup>.

El uso de P.E.E.P. en la ventilación mecánica no está exento de riesgos, pues está comprobado que a niveles altos (> 15 cmH<sub>2</sub>O) aumenta la presión

intratorácica con hiperinflación pulmonar y que en pacientes con procesos ocupativos intratorácicos como derrames, tumores o cirugía, puede comprometer seriamente el retorno venoso de las Cavas y secundariamente disminuir el gasto cardíaco con los evidentes efectos deletéreos para el paciente y también aumenta la presión intracraneal por dos mecanismos: por dificultar el retorno venoso a través de la Cava Superior y por transmisión de presiones a través de los agujeros de conjunción intervertebrales <sup>(19)</sup>.

La ventilación mecánica con P.E.E.P. en pacientes obesos sólo ha sido investigada por Pelosi y cols., donde compara pacientes obesos con no obesos con un P.E.E.P. de 0 y 10 cmH<sub>2</sub>O observando que el intercambio gaseoso mejora (aumento en la PaO<sub>2</sub> y en el reclutamiento alveolar) en una proporción mucho mayor en pacientes obesos (88%), que en no obesos, en quienes incluso la PaO<sub>2</sub> disminuyó en el 77% de los pacientes al aplicar el PEEP de 10 cmH<sub>2</sub>O. La mecánica pulmonar en términos de *compliance* y entendida como la relación entre resistencia, volumen y presión del sistema, mejora sustancialmente en un 95% de los pacientes obesos. El uso de P.E.E.P. en obesidad mórbida no produjo efectos adversos significativos, pues las presiones intraesofágica e intraabdominal así como la elastancia estática no presentaron cambios que comprometieran la estabilidad hemodinámica. <sup>(20)</sup>

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

En el Hospital de Especialidades "Dr. Bernardo Sepúlveda G.", del Centro Médico Nacional Siglo XXI, se atiende a un número considerable de pacientes portadores de algún grado de obesidad y que son sometidos a procedimientos quirúrgicos que requieren de Anestesia General con ventilación mecánica, por lo que el riesgo de morbimortalidad transanestésica y postoperatoria de origen pulmonar en estos pacientes se eleva significativamente. Es por ello que requerimos perfeccionar las técnicas y variantes de la ventilación mecánica con la finalidad de optimizar el intercambio gaseoso durante el periodo transanestésico, afectando lo menos posible la integridad del anatómica y funcional del parénquima. En base a lo anterior planteamos lo siguiente:

¿La adición rutinaria de P.E.E.P. con valores de 5, 7, 10 cmH<sub>2</sub>O (en relación con su IMC) permite optimizar el intercambio gaseoso durante el periodo transanestésico, afectando lo menos posible la integridad anatómica en comparación con los pacientes que no se aplica?

## **HIPÓTESIS.**

### **HIPOTESIS DE TRABAJO.**

La adición de Presión Positiva al Final de la Espiración (P.E.E.P.) a la ventilación mecánica del paciente obeso (con IMC mayor de 30 kg/m<sup>2</sup> de SC) bajo efecto de anestesia general balanceada, con valor programado entre 5 y 10 cmH<sub>2</sub>O

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

En el Hospital de Especialidades "Dr. Bernardo Sepúlveda G.", del Centro Médico Nacional Siglo XXI, se atiende a un número considerable de pacientes portadores de algún grado de obesidad y que son sometidos a procedimientos quirúrgicos que requieren de Anestesia General con ventilación mecánica, por lo que el riesgo de morbimortalidad transanestésica y postoperatoria de origen pulmonar en estos pacientes se eleva significativamente. Es por ello que requerimos perfeccionar las técnicas y variantes de la ventilación mecánica con la finalidad de optimizar el intercambio gaseoso durante el periodo transanestésico, afectando lo menos posible la integridad del anatómica y funcional del parénquima. En base a lo anterior planteamos lo siguiente:

¿La adición rutinaria de P.E.E.P. con valores de 5, 7, 10 cmH<sub>2</sub>O (en relación con su IMC) permite optimizar el intercambio gaseoso durante el periodo transanestésico, afectando lo menos posible la integridad anatómica en comparación con los pacientes que no se aplica?

## **HIPÓTESIS.**

### **HIPOTESIS DE TRABAJO.**

La adición de Presión Positiva al Final de la Espiración (P.E.E.P.) a la ventilación mecánica del paciente obeso (con IMC mayor de 30 kg/m<sup>2</sup> de SC) bajo efecto de anestesia general balanceada, con valor programado entre 5 y 10 cmH<sub>2</sub>O



condicionará un estado de intercambio gaseoso máximo caracterizado por aumento en la Presión Arterial de Oxígeno con disminución simultánea en la Presión Arterial de Dióxido de Carbono y la Presión de Dióxido de Carbono al Final de la Espiración sin incrementar significativamente las presiones de vía aérea ni reduciendo significativamente el volumen corriente y la *compliance*.

## HIPÓTESIS ESPECIFICAS.

- El incremento escalonado en el valor de P.E.E.P. de 3 a 10 cmH<sub>2</sub>O producirá un incremento del mismo valor en la Presión pico y en la Presión *plateau* con una variación de  $\pm 20\%$ .
- El incremento escalonado en el valor de P.E.E.P. de 3 a 10 cmH<sub>2</sub>O, aumentará inicialmente el valor de la *compliance* y conforme aumente el valor de P.E.E.P. y se acerque al valor de 10 cmH<sub>2</sub>O, se producirá una disminución de la *compliance* con un valor máximo del 20% sobre el valor basal.
- El incremento escalonado en el valor de P.E.E.P de 3 a 10 cmH<sub>2</sub>O producirá un incremento directamente proporcional en la PaO<sub>2</sub> y SpO<sub>2</sub> ; y mantendrá en Índice de Kirby con un valor mayor o igual a 300.
- El incremento escalonado en el valor de P.E.E.P. de 3 a 10 cmH<sub>2</sub>O, tendrá un efecto inversamente proporcional sobre la PaCO<sub>2</sub> y en la ETCO<sub>2</sub>.

- El incremento escalonado en el valor de P.E.E.P. de 3 a 10 cmH<sub>2</sub>O no producirá cambios significativos, es decir, mayores del 20%, en los valores de FC y T/A.

## **HIPÓTESIS NULA.**

El uso rutinario de P.E.E.P. ubicado entre 5 y 10 cmH<sub>2</sub>O, adicional a la ventilación mecánica en el paciente obeso bajo Anestesia General, no mejorará los parámetros ventilatorios a pesar de no repercutir significativamente sobre las presiones de la vía aérea, ni sobre los parámetros hemodinámicos del mismo paciente.

## **OBJETIVOS.**

### **GENERAL.**

- Evaluar el P.E.E.P. adicional a la ventilación mecánica del paciente obeso (con IMC > 30 kg/m<sup>2</sup> de SC) bajo anestesia general, que determine un intercambio gaseoso óptimo y correlacionado con el índice de masa corporal.

### **ESPECIFICOS.**

- Identificar el nivel de P.E.E.P. adicional a la ventilación mecánica del paciente obeso (IMC > 30 kg/m<sup>2</sup>) bajo Anestesia General que

- El incremento escalonado en el valor de P.E.E.P. de 3 a 10 cmH<sub>2</sub>O no producirá cambios significativos, es decir, mayores del 20%, en los valores de FC y T/A.

## **HIPÓTESIS NULA.**

El uso rutinario de P.E.E.P. ubicado entre 5 y 10 cmH<sub>2</sub>O, adicional a la ventilación mecánica en el paciente obeso bajo Anestesia General, no mejorará los parámetros ventilatorios a pesar de no repercutir significativamente sobre las presiones de la vía aérea, ni sobre los parámetros hemodinámicos del mismo paciente.

## **OBJETIVOS.**

### **GENERAL.**

- Evaluar el P.E.E.P. adicional a la ventilación mecánica del paciente obeso (con IMC > 30 kg/m<sup>2</sup> de SC) bajo anestesia general, que determine un intercambio gaseoso óptimo y correlacionado con el índice de masa corporal.

### **ESPECIFICOS.**

- Identificar el nivel de P.E.E.P. adicional a la ventilación mecánica del paciente obeso (IMC > 30 kg/m<sup>2</sup>) bajo Anestesia General que

condicione el valor más alto en la  $\text{PaO}_2$  y el valor mas bajo de  $\text{PaCO}_2$  en la determinación de gases sanguíneos arteriales.

- Identificar el nivel de P.E.E.P. adicional a la ventilación mecánica del paciente obeso ( $\text{IMC} > 30 \text{ kg/m}^2$ ) bajo Anestesia General, que condicione los valores mas altos de *compliance*, con presiones de vía aérea más bajos y los valores de Presión Sanguínea, Frecuencia cardíaca y Saturación de capilar de  $\text{O}_2$  más estables dentro de los rangos normales.
- Determinar la correlación existente entre el Índice de Masa Corporal y los valores de P.E.E.P. que pueden adicionarse a la ventilación mecánica del paciente obeso para lograr un intercambio gaseoso eficiente con un mínimo de efectos colaterales.

## **VARIABLES DE ESTUDIO.**

### **VARIABLE INDEPENDIENTE:**

- La Presión Positiva al Final de la Espiración (P.E.E.P.): Definida como la fuerza que ejerce una mezcla de gases en el interior de las vías aéreas de un individuo en el momento que finaliza la fase espiratoria de la ventilación. Unidad de medida:  $\text{cmH}_2\text{O}$ . Valores programados (PEEPp) de 0, 5, 7 y 10. El valor basal de P.E.E.P. real no puede ser menor de  $3 \text{ cmH}_2\text{O}$ , ya que las Unidades de Administración de Anestesia tienen preprogramado este valor

condicione el valor más alto en la  $\text{PaO}_2$  y el valor mas bajo de  $\text{PaCO}_2$  en la determinación de gases sanguíneos arteriales.

- Identificar el nivel de P.E.E.P. adicional a la ventilación mecánica del paciente obeso ( $\text{IMC} > 30 \text{ kg/m}^2$ ) bajo Anestesia General, que condicione los valores mas altos de *compliance*, con presiones de vía aérea más bajos y los valores de Presión Sanguínea, Frecuencia cardíaca y Saturación de capilar de  $\text{O}_2$  más estables dentro de los rangos normales.
- Determinar la correlación existente entre el Índice de Masa Corporal y los valores de P.E.E.P. que pueden adicionarse a la ventilación mecánica del paciente obeso para lograr un intercambio gaseoso eficiente con un mínimo de efectos colaterales.

## **VARIABLES DE ESTUDIO.**

### **VARIABLE INDEPENDIENTE:**

- La Presión Positiva al Final de la Espiración (P.E.E.P.): Definida como la fuerza que ejerce una mezcla de gases en el interior de las vías aéreas de un individuo en el momento que finaliza la fase espiratoria de la ventilación. Unidad de medida:  $\text{cmH}_2\text{O}$ . Valores programados (PEEPp) de 0, 5, 7 y 10. El valor basal de P.E.E.P. real no puede ser menor de  $3 \text{ cmH}_2\text{O}$ , ya que las Unidades de Administración de Anestesia tienen preprogramado este valor

para sustituir el auto-P.E.E.P. fisiológico producido por el cierre de la epiglotis sobre la laringe.

#### VARIABLES DEPENDIENTES:

- Ventilación Pulmonar : Es el fenómeno homeostático de intercambio gaseoso de Oxígeno ( $O_2$ ), que entra, y de Dióxido de Carbono ( $CO_2$ ), que sale del organismo, a través de la membrana alveolo-capilar mediante la continua entrada y salida de aire de los pulmones.
- Mecánica Pulmonar: Es la relación directa que existe entre las presiones de la vía aérea (pico, *plateau*), la caja torácica y su contenido (*compliance*, corazón y grandes vasos) y la ventilación pulmonar durante todas las fases del ciclo ventilatorio.

#### DEFINICIONES OPERACIONALES:

- Presión Arterial de Oxígeno ( $PaO_2$ ): Parámetro de la cantidad de oxígeno disuelto en el plasma. Unidad de medida: mmHg. Valor normal:  $>60$ mmHg a Fracción inspirada de Oxígeno ( $FiO_2$ ) 21%.
- Presión Arterial de Dióxido de Carbono ( $PaCO_2$ ): Cantidad de dióxido de carbono disuelto en plasma. Unidad: mmHg., Valor Normal: 30-35 mmHg. a nivel de la CD. de México. 40-45 mmHg. a nivel del mar.
- *Compliance*: Adaptabilidad del sistema pulmonar en conjunto con la caja torácica, se calcula como el volumen corriente dividido por la diferencia entre la presión de meseta (*plateau*) y el valor de P.E.E.P. medido, no

programado. Unidad de Medida: ml/cmH<sub>2</sub>O. Valor normal: 60-100 ml/cmH<sub>2</sub>O.

- Presión Pico (Ppico): Es el valor mas alto de presión de la vía aérea que se registre en cualquier momento de la fase inspiratoria de la ventilación mecánica. Unidad de medida: cmH<sub>2</sub>O. Valor normal: < 30 cmH<sub>2</sub>O.
- Presión *plateau*: (Pplateau): Es la fuerza ejercida en el interior de la vía aérea pulmonar promedio durante la meseta de la curva de presión misma en la fase inspiratoria de la ventilación mecánica. Valor normal: < 30 cmH<sub>2</sub>O
- Saturación de Oxígeno Capilar (SpO<sub>2</sub>): Porcentaje de hemoglobina oxigenada (oxihemoglobina) que circula por los lechos capilares. Medición por transiluminación y pletismografía con valor expresado en %.
- End-Tidal CO<sub>2</sub> (ETCO<sub>2</sub>). Valor de Dióxido de Carbono medido al término de la fase espiratoria de la ventilación medido mediante un capnógrafo. Valor normal: 35-40 mmHg. a nivel del mar; 28-35 mmHg. a nivel de la Cd. de México.
- Frecuencia Cardiaca: Número de latidos que produce el corazón en un minuto. Valor normal: 60-100 latidos por minuto.
- Presión Sanguínea (P.S.) : Fuerza que ejerce la sangre durante las distintas fases del ciclo cardíaco sobre el árbol arterial principal, se mide por método indirecto con brazalete / esfigmomanómetro braquial y se registran valores de P.S. (o tensión arterial ó T/A) diastólica, sistólica y media en unidades de milímetros de mercurio (mmHg). Valores normales de T/A: Sistólica: 100-130 mmHg, Diastólica: 60-90 mmHg. Media: 60-90 mmHg

## MATERIAL Y METODOS

Se realizó un Ensayo Clínico Controlado, Prospectivo, Comparativo, Aleatorizado, Longitudinal. Previa aprobación del Comité de Investigación local y consentimiento informado por parte de los pacientes, se seleccionó una muestra de pacientes obesos de acuerdo a los criterios siguientes:

- **CRITERIOS DE INCLUSIÓN:** Pacientes derechohabientes del I.M.S.S. atendidos en el Hospital de especialidades del C.M.N. Siglo XXI, programados para cirugía no intratorácica, edad entre los 18 y 65 años, ambos sexos, con estado físico ASA II y ASA III, con índice de masa corporal mayor a  $30 \text{ kg/m}^2$  de superficie corporal y que el procedimiento quirúrgico requiera de Anestesia General Balanceada.
- **CRITERIOS DE NO INCLUSIÓN:** Evidencia enfermedad cardiovascular descompensada, enfermedad broncopulmonar o los pacientes sometidos a cirugía abdominal alta con compromiso del músculo diafragma, o con tratamiento broncodilatador actual..
- **CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:** Pacientes que durante el estudio mostraran datos de descompensación cardiovascular o que en cualquier momento del estudio presenten **criterios de estar mal ventilados:**  $\text{PaCO}_2 > 35 \text{ mmHg}$  en pacientes neuroquirúrgicos y  $40 \text{ mmHg}$  en pacientes no neuroquirúrgicos,  $\text{PaO}_2 < 60 \text{ mmHg}$ .



## METODOLOGIA

- 1) Se les realizó valoración preanestésica para definir el estado físico (A.S.A.), se registraron datos demográficos y se determinó el índice de Masa Corporal de acuerdo a la fórmula:  $\text{Peso} / (\text{talla en metros}^2)$ .
- 2) Los pacientes se clasificaron en 2 grupos siendo denominados:  
Grupo A : Paciente Obeso Control o sin PEEP programado (PEEP real de 3)  
Grupo B: Paciente Obeso Estudio con PEEP progresivo 5, 7 y 10.
- 3) Se premedicaron con Midazolam (20 mcg/kg/dosis), Ranitidina (1 mg/kg/dosis) y se monitorizó con cardioscopio continuo, esfigmomanómetro, pulsioxímetro, capnógrafo y espirómetro.
- 4) Se anestesiaron con Fentanil 4 mcg/kg/dosis, Vecuronio 100 mcg/kg/dosis, Propofol 2.5 mg/kg/dosis y mantenimiento con Isoflurano o Sevoflurano a 1 MAC en Oxígeno al 100% (ya que no se cuenta con aire medicinal para mezclas menores). Se intubaron y se inició ventilación controlada mecánica en sistema circular semicerrado con absorbedor de CO<sub>2</sub> y con ventilador volumétrico en volumen control con los siguientes parámetros:
  - 1) Volumen tidal: 9 ml/kg de peso ideal
  - 2) P.E.E.P. programado cero, que corresponde a 3 cmH<sub>2</sub>O reales.
  - 3) Relación Inspiración : Espiración : 1:2 (Predeterminada)
- 5) Se ajustó la frecuencia ventilatoria para lograr una ETCO<sub>2</sub> de 30 mmHg. dentro de un lapso de 10 minutos. Se tomaron muestras de sangre para Determinación de Gases Sanguíneos Arteriales (D.G.S.A.) basal. Se tomaron registros basales de Presiones de vía aérea y datos espirométricos:

Presiones Pico, Plateau (meseta), P.E.E.P., volumen corriente espirado promedio así como frecuencia respiratoria.

- 6) En el grupo control, la ventilación mecánica se continuó por espacio de por lo menos 1 hora sin modificar los parámetros ventilatorios. Se tomarán muestras y registros de los valores espirométricos y de presiones de la vía aérea a los 20, 40 y 60 minutos de haber logrado la estabilización del CO<sub>2</sub> espirado a 30 mmHg.
- 7) En el grupo de estudio, se incrementó el P.E.E.P. de 3 a 5 cmH<sub>2</sub>O sin modificar parámetros ventilatorios por un lapso de 20 minutos, se tomarán nuevas muestras y registro de valores espirométricos, de presión y hemodinámica a ambos grupos.
- 8) Se realizó el mismo procedimiento elevando el nivel de P.E.E.P. a 7 cmH<sub>2</sub>O y 10 cmH<sub>2</sub>O sin cambiar parámetros ventilatorios por 20 minutos a cada paso para después tomar nuevas muestras de sangre arterial para D.G.S.A., registro espirométrico, hemodinámico y de presiones de vía aérea.
- 9) **Medidas de Rescate:** En caso de mala ventilación se estableció el siguiente plan de rescate además de excluir al paciente de forma irrevocable del estudio:
  - a) Aumentar el volumen minuto ventilatorio mediante incremento de la frecuencia respiratoria y disminución del P.E.E.P. al nivel anterior.
  - b) Pasar a ventilación controlada manual para verificar fallas en los sistemas de ventilación como obstrucciones, acodaduras, fugas o presión de los gases medicinales y corregirlas.

10) Se continuó la vigilancia del paciente durante el resto del evento anestésico, procurando una emersión suave y extubación temprana con el fin de evidenciar cualquier efecto secundario al acto anestésico-quirúrgico.

Se realizaron visitas postanestésicas a las 12, 24 y 48 horas posteriores al estudio y también posteriores a la extubación en caso de que alguno de los pacientes requiera continuar intubado por la naturaleza de la cirugía (Neurocirugía o Cirugía Vascular).

## **ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Se realizó análisis de Varianza (ANOVA) para establecer diferencias entre medias de más de 3 muestras. Considerando un valor alfa  $< 0.01$  y una  $p < 0.05$  como estadísticamente significativo. Las variables individuales se describen en medidas de tendencia central y de dispersión.

## **RESULTADOS.**

Se estudiaron 70 pacientes obesos divididos aleatoriamente en dos grupos, con una distribución por sexo de 43 del sexo masculino (61.4%) y 27 del sexo femenino (38.6%), con un rango de edad de 18 a 65 años de edad y con un promedio de 46.99 años de edad  $\pm 13.6$ , peso de 86.74  $\pm 14.38$ , talla de 1.63 mts  $\pm 0.08$ , y un Índice de Masa Corporal calculado de 32.35  $\pm 3.5$ . Se determinó un estado físico ASA II a 38 pacientes (54.3%) y ASA III a 32 pacientes (45.7%).

La distribución por grupos se muestra en la tabla 1:

10) Se continuó la vigilancia del paciente durante el resto del evento anestésico, procurando una emersión suave y extubación temprana con el fin de evidenciar cualquier efecto secundario al acto anestésico-quirúrgico.

Se realizaron visitas postanestésicas a las 12, 24 y 48 horas posteriores al estudio y también posteriores a la extubación en caso de que alguno de los pacientes requiera continuar intubado por la naturaleza de la cirugía (Neurocirugía o Cirugía Vascular).

## **ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Se realizó análisis de Varianza (ANOVA) para establecer diferencias entre medias de más de 3 muestras. Considerando un valor alfa  $< 0.01$  y una  $p < 0.05$  como estadísticamente significativo. Las variables individuales se describen en medidas de tendencia central y de dispersión.

## **RESULTADOS.**

Se estudiaron 70 pacientes obesos divididos aleatoriamente en dos grupos, con una distribución por sexo de 43 del sexo masculino (61.4%) y 27 del sexo femenino (38.6%), con un rango de edad de 18 a 65 años de edad y con un promedio de 46.99 años de edad  $\pm 13.6$ , peso de 86.74  $\pm 14.38$ , talla de 1.63 mts  $\pm 0.08$ , y un Índice de Masa Corporal calculado de 32.35  $\pm 3.5$ . Se determinó un estado físico ASA II a 38 pacientes (54.3%) y ASA III a 32 pacientes (45.7%).

La distribución por grupos se muestra en la tabla 1:

10) Se continuó la vigilancia del paciente durante el resto del evento anestésico, procurando una emersión suave y extubación temprana con el fin de evidenciar cualquier efecto secundario al acto anestésico-quirúrgico.

Se realizaron visitas postanestésicas a las 12, 24 y 48 horas posteriores al estudio y también posteriores a la extubación en caso de que alguno de los pacientes requiera continuar intubado por la naturaleza de la cirugía (Neurocirugía o Cirugía Vascular).

## **ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Se realizó análisis de Varianza (ANOVA) para establecer diferencias entre medias de más de 3 muestras. Considerando un valor alfa  $< 0.01$  y una  $p < 0.05$  como estadísticamente significativo. Las variables individuales se describen en medidas de tendencia central y de dispersión.

## **RESULTADOS.**

Se estudiaron 70 pacientes obesos divididos aleatoriamente en dos grupos, con una distribución por sexo de 43 del sexo masculino (61.4%) y 27 del sexo femenino (38.6%), con un rango de edad de 18 a 65 años de edad y con un promedio de 46.99 años de edad  $\pm 13.6$ , peso de 86.74  $\pm 14.38$ , talla de 1.63 mts  $\pm 0.08$ , y un Índice de Masa Corporal calculado de 32.35  $\pm 3.5$ . Se determinó un estado físico ASA II a 38 pacientes (54.3%) y ASA III a 32 pacientes (45.7%).

La distribución por grupos se muestra en la tabla 1:

	Grupo Control	Grupo de estudio	Unidades
Número	35	35	Pacientes
Edad	48.5 +- 12.45	45.46 +- 15.7	años
Sexo	19 M / 16 F	24 M / 11 F	Masc. / Fem.
Peso	87.74 +- 7.26	85.74 +- 19.11	kg
Talla	1.85 +- 0.07	1.62 +- 0.09	metros
I.M.C.	32.22 +- 2.11	32.48 +- 4.06	kg/m <sup>2</sup>

Tabla 1: Distribución de los características demográficas de la muestra por grupo de estudio.

Se seleccionaron 66 pacientes programados para cirugía electiva y 4 pacientes programados para cirugía de Urgencia relativa, pero por su naturaleza fueron tomados en cuenta. No hubo pacientes que se pudieran clasificar como obesidad mórbida. Ningún paciente presentó alteraciones cardiopulmonares, por lo que no hubo exclusiones. Los diagnósticos de los pacientes estudiados se ilustran en la tabla 2:

Grupo Control		Grupo PEEP	
Diagnóstico	Frecuencia	Diagnóstico	Frecuencia
Tumor Intracraneal	9	Colecistitis	1
Colecistitis	1	Oclusión intestinal	1
Vascular Cerebral	4	Vascular cerebral	2
Cierre de colostomía	1	Tumor parotídeo	2
Exploración femoral	1	Tumor intracraneal	6
Endarterectomía	2	Prognatismo	2
Pielolitomía	1	Hernia de disco	1
Colorrectal	1	Vascular cerebral	4
Hernia de Disco	5	Cirugía de Carótida	2
Cirugía de Cuello	4	Colorrectal	4
Herida corneal	1	Apendicitis	1
Tenosinovitis	1	Pielolitomía	2
Rinoseptumplastia	1	Adrenalectomía	1
Prognatismo	1	Oftalmológicas	3
Hernias	2	Sx Doloroso Abd.	3

Tabla 2: Distribución de la muestra de acuerdo a Diagnóstico de ingreso.

De acuerdo con la comparación entre los grupos, se observa que ambos no tienen diferencias demográficas significativas, por lo que al hacer la comparación entre las medias de las muestras (ANOVA), tenemos los resultados que se ilustran a continuación en la tabla 3.

	Grupo								ANOVA	
	Control PEEP 3		PEEP5		PEEP 7		PEEP 10		Razón F	p
	Media	SD	Media	SD	Media	SD	Media	SD		
PaO2	292.69	28.29	276.29	40.36	284.34	30.85	295.66	25.31	2646.7	>0.05
PaCO2	29.57	2.18	28.70	2.70	28.30	2.40	27.34	1.52	729.8	>0.05
ETCO2	29.71	0.46	27.74	1.38	26.66	1.08	26.40	1.17	748.8	>0.05
SpO2	98.83	0.50	99.00	0.59	99.05	0.63	99.02	0.70	9745.8	>0.05
pH	7.40	0.03	7.40	0.05	7.39	0.04	7.39	0.03	101.3	>0.05
Pplco	19.69	1.69	22.06	2.15	24.26	1.82	27.40	1.74	598.93	>0.05
Pplateau	17.66	1.64	19.57	1.97	22.51	1.79	24.69	1.35	507.14	>0.05
Compliance	41.92	6.71	40.26	7.20	36.39	5.89	37.63	6.05	672.09	>0.05
Vt min	6.42	0.82	6.00	0.81	5.80	0.82	5.70	0.81	79.22	>0.05
F.C.	71.17	4.69	76.57	9.50	77.17	8.22	79.51	8.33	2154.2	>0.05
P.A.M.	73.83	8.58	76.80	6.63	75.06	6.42	72.40	5.74	2339	>0.05

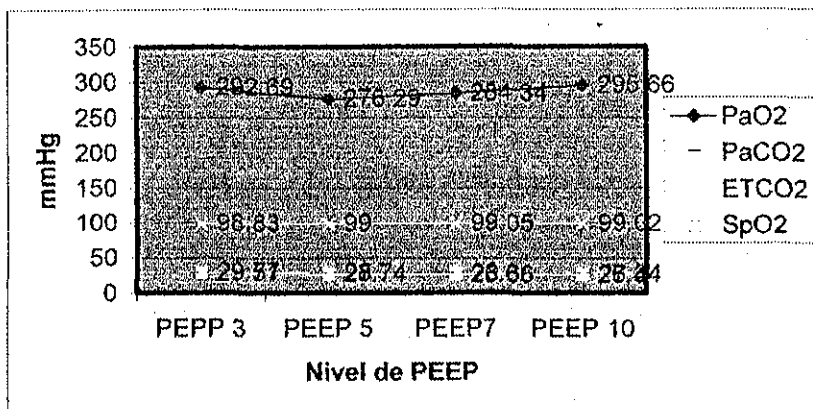
Tabla 3: Análisis de varianza por cada variable medida, con un grado de Libertad de 3 y 136.

Se muestran las medias de cada parámetro medido y su desviación estándar, por lo que para el análisis desglosaremos cada grupo de variables relacionadas.

### Intercambio gaseoso.

El comportamiento de los gases sanguíneos tras la aplicación de PEEP se muestra en la Gráfica 1.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN



Gráfica 1. Efectos del PEEP sobre intercambio gaseoso.

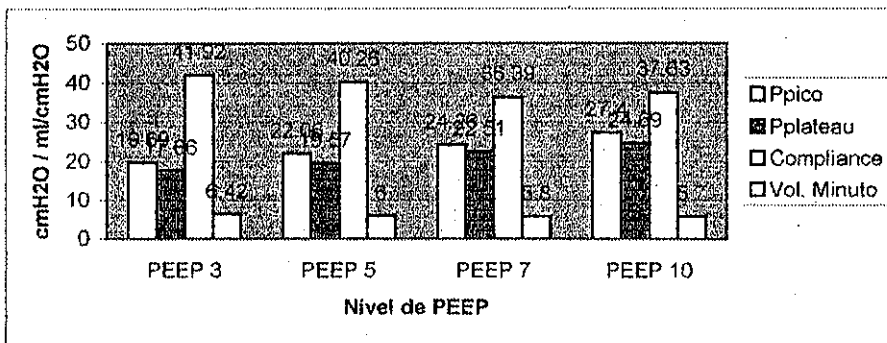
Como puede observarse, hay incremento en la PaO<sub>2</sub> conforme aumenta el PEEP, así como disminución en la ETCO<sub>2</sub> entre el nivel de PEEP 7 a 10, sin embargo de acuerdo a las pruebas estadísticas, las diferencias no son estadísticamente significativas. ( $p > 0.05$ ). Al comparar el comportamiento de la ETCO<sub>2</sub> con respecto a la PaCO<sub>2</sub>, se observa que no hay correlación entre ambas variables.

#### EFFECTOS SOBRE LA MECANICA VENTILATORIA.

Los efectos del uso de PEEP sobre la mecánica ventilatoria se ilustra en la gráfica 2.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN





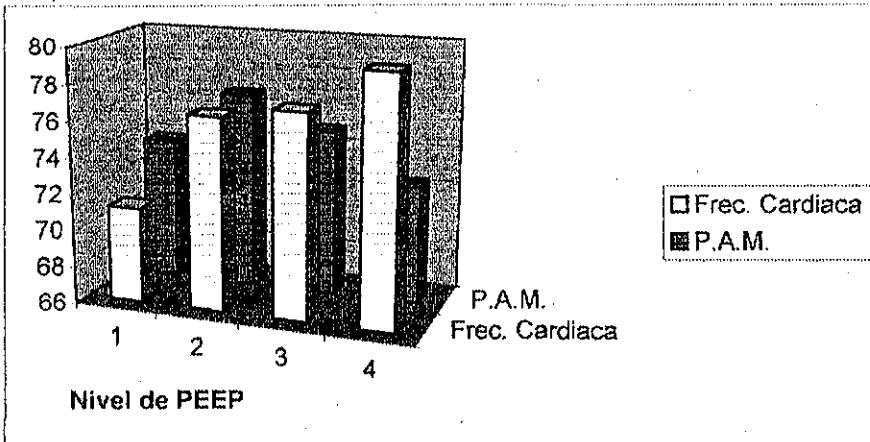
Gráfica 2: Efecto del PEEP sobre la mecánica pulmonar.

Al analizar las diferencias entre las medias a través de los diferentes cambios en el valor del PEEP, corroboramos que las presiones pico se elevan conforme incrementamos el PEEP, corroboramos que las presiones pico se elevan conforme incrementamos el PEEP y lo hace de forma lineal. Aunque la presión de meseta tiene un comportamiento similar, sigue un patrón mas plano. La compliance no muestra un patrón definido, ya que tiende a mantenerse dentro de un margen estrecho de variación pero con tendencia a disminuir conforme aumenta la PEEP. Sin embargo estas variaciones no son estadísticamente significativas, pues el valor de  $p$  es  $> 0.05$ . Los valores de compliance estática aquí mostrados demuestran que el paciente obeso mantiene siempre disminuida su compliance. Un dato relevante es que a pesar de la restricción, el paciente obeso mantiene niveles constantes de  $\text{PaCO}_2$  sin modificar ni frecuencia respiratoria, es decir, que un volumen minuto adecuado puede mantenerse con el uso de PEEP aunque las diferencias estadísticamente tampoco son significativas.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

### Repercusión hemodinámica del uso de PEEP.

En la Gráfica 3, se muestran los valores medios de frecuencia cardíaca y de presión arterial media calculada.



Gráfica 3: Efecto del PEEP sobre la función cardiovascular.

Podemos ver en la gráfica anterior que los pacientes mantienen los mayores niveles de estabilidad en el rango cercano a los 5 cmH<sub>2</sub>O, pues a partir de ese punto la presión arterial desciende y la frecuencia cardíaca comienza a elevarse, aunque de acuerdo a las pruebas estadísticas las diferencias no son tampoco significativas, pues los valores no salen del rango normal, lo que refleja que el uso de PEEP con valores entre 5 y 10 cmH<sub>2</sub>O son seguros.

Al relacionar los valores de la PaCO<sub>2</sub> con la ETCO<sub>2</sub> se observa que ambos valores disminuyen paulatinamente con el tiempo, siendo en el 98% de los casos menor el CO<sub>2</sub> arterial con respecto al espirado. En ninguno de los casos fue

necesario aplicar medidas de rescate, lo que refleja en nivel de seguridad que tiene el aplicar el PEEP, por lo menos con valores menores a 10 cmH<sub>2</sub>O.

## DISCUSIÓN

Hemos observado que los resultados obtenidos no difieren significativamente de los reportados por Pelosi, aunque su comparación de pacientes obesos la enfrenta contra sujetos no obesos. Por otra parte, las muestras seleccionadas en este trabajo se encuentran con un Índice de Masa Corporal muy cercano al límite inferior, pues el mismo trabajo de Pelosi, reporta que los sujetos no obesos no tienen diferencias significativas.

Como resultado de este trabajo tenemos que la hipótesis propuesta queda descartada al no haber un valor de PEEP que ofrezca un máximo intercambio gaseoso con un mínimo de efectos colaterales, pues si bien el uso de PEEP a diferentes niveles nos resultó inocuo, no es posible establecer un parámetro de "dosificación", es decir, no obtuvimos elementos para establecer alguna fórmula o patrón de nivel de PEEP que requiere un paciente de acuerdo a su Índice de Masa Corporal, por lo que los estudios futuros deben tomar en cuenta:

- El uso de PEEP podría ser más útil en los casos en que se disponga de mezclas de O<sub>2</sub> a valores menores del 60%.
- Monitorizar el CO<sub>2</sub> espirado con diferentes tipos de sensor, pues en nuestro caso utilizamos muestreo por línea lateral, no sensor infrarrojo.

necesario aplicar medidas de rescate, lo que refleja en nivel de seguridad que tiene el aplicar el PEEP, por lo menos con valores menores a 10 cmH<sub>2</sub>O.

## DISCUSIÓN

Hemos observado que los resultados obtenidos no difieren significativamente de los reportados por Pelosi, aunque su comparación de pacientes obesos la enfrenta contra sujetos no obesos. Por otra parte, las muestras seleccionadas en este trabajo se encuentran con un Índice de Masa Corporal muy cercano al límite inferior, pues el mismo trabajo de Pelosi, reporta que los sujetos no obesos no tienen diferencias significativas.

Como resultado de este trabajo tenemos que la hipótesis propuesta queda descartada al no haber un valor de PEEP que ofrezca un máximo intercambio gaseoso con un mínimo de efectos colaterales, pues si bien el uso de PEEP a diferentes niveles nos resultó inocuo, no es posible establecer un parámetro de "dosificación", es decir, no obtuvimos elementos para establecer alguna fórmula o patrón de nivel de PEEP que requiere un paciente de acuerdo a su Índice de Masa Corporal, por lo que los estudios futuros deben tomar en cuenta:

- El uso de PEEP podría ser más útil en los casos en que se disponga de mezclas de O<sub>2</sub> a valores menores del 60%.
- Monitorizar el CO<sub>2</sub> espirado con diferentes tipos de sensor, pues en nuestro caso utilizamos muestreo por línea lateral, no sensor infrarrojo.

- Evaluar los efectos del PEEP por periodos mas largos con el fin de determinar si las variaciones del  $\text{CO}_2$  guardan relación sólo con el tiempo anestésico o si realmente el PEEP lo modifica.

## **CONCLUSION**

En conclusión, el uso rutinario de PEEP no se recomienda pues el análisis estadístico demostró que no hay significancia estadística, sin embargo, es indudable la utilidad clínica del PEEP, por lo que debe anteponerse siempre el buen juicio seleccionando adecuadamente al paciente e individualizar el valor del PEEP que se utilice, pues queda claro que clínicamente mejora modestamente la oxigenación y la eliminación de  $\text{CO}_2$ , recluta alveolos y dentro de valores entre 5 y 7  $\text{cmH}_2\text{O}$  no representa riesgo para el paciente obeso.

- Evaluar los efectos del PEEP por periodos mas largos con el fin de determinar si las variaciones del  $\text{CO}_2$  guardan relación sólo con el tiempo anestésico o si realmente el PEEP lo modifica.

## **CONCLUSION**

En conclusión, el uso rutinario de PEEP no se recomienda pues el análisis estadístico demostró que no hay significancia estadística, sin embargo, es indudable la utilidad clínica del PEEP, por lo que debe anteponerse siempre el buen juicio seleccionando adecuadamente al paciente e individualizar el valor del PEEP que se utilice, pues queda claro que clínicamente mejora modestamente la oxigenación y la eliminación de  $\text{CO}_2$ , recluta alveolos y dentro de valores entre 5 y 7  $\text{cmH}_2\text{O}$  no representa riesgo para el paciente obeso.

## BIBLIOGRAFIA.

1. Adams, J.P.; Murphy, P.G. Obesity in anaesthesia and intensive care. *Br J Anaesth* 2000; 85: 91-108.
2. Instituto Nacional de Salud Pública de México. *Encuesta Nacional de Nutrición* 1999. INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática)
3. Boushra, Nader. Anaesthetic management of patients with sleep apnoea syndrome. *Can J Anaesth* 1996; 43 (6): 599-616.
4. Pelosi, P.; Croci, M.; Ravagnan, I. The effects of Body Mass on Lung Volumes, Respiratory Mechanics, and Gas Exchange During General Anesthesia. *Anesth Analg* 1998; 87: 654-660.
5. Alpert, M.A.; Terry, B.E.; Cohen, M.V. The electrocardiogram in Morbid Obesity. (Brief Reports). *Am J Cardiol* 2000; 85(7): 908-910.
6. Carr, R.; Reyford, H.; Belani, K. Evaluation of the Augustine Guide™ for difficult tracheal intubation. *Can J Anaesth* 1995 (42);12: 1171-1175.
7. Isono, S.; Tanaka, A.; Tagaito, Y. Pharyngeal Patency in Response to Advancement of the Mandible in Obese Anesthetized Persons. *Anesth* 1997; 87(5): 1055-1062.
8. Bonmarchand, G.; Chevron, V.; Menard, J. Effects of pressure ramp slope values on the work of breathing during pressure support ventilation in restrictive patients. *Crit Care Med* 1999; 27(4): 715-722.
9. Reeves, S.; Pinosky, M.; Byrne, T.C. Abdominal Compartment Syndrome. *Can J Anaesth* 1997;44(3):308-312.

10. Bardoczky, G.; Yemault, J. Large Tidal Ventilation Does Not Improve Oxygenation in Morbidly Obese Patients During Anesthesia. *Anesth Analg* 1995; 81(2): 385-388.
11. Pelosi, P.; Croci, M., Calappi, E. Prone Position Improves Pulmonary Function in Obese Patients During General Anesthesia. *Anesth Analg* 1996; 83(3): 578-583.
12. Palmon, S.; Kirsch, J.; Depper, J. The Effect of the Prone Position on Pulmonary Mechanics is Frame-Dependent. *Anesth Analg* 1998; 87(5): 1175-1180.
13. Joris, J.L.; Hinque, P.E., Laurent, C.J. Pulmonary function and pain after gastroplasty performed via laparotomy or laparoscopy in Morbidly Obese Patients. *Brit J Anaesth* 1998; 80: 283-288.
14. Weiner, P.; Waizman, J.; *et al.* Influence of excessive weight loss after gastroplasty for morbid obesity on respiratory muscle performance. *Thorax* 1998; 53:39-42.
15. Kallas, H.; Domino, K.; Glenn, R. Pulmonary Blood Flow Redistribution with Low Levels of Positive End-expiratory Pressure. *Anesth* 1998, 88(5), 1291-1299.
16. Dambrosio, M.; Roupie, E.; Mollet, J.J. Effects of Positive End-Expiratory Pressure and Different Tidal Volumes on Alveolar Recruitment and Hyperinflation. *Anesth* 1997; 87(3):495-503.
17. Yokota, K.; Toriumi, T.; Sari, A. Auto-Positive End-Expiratory Pressure During One-Lung Ventilation Using a Double Lumen Endobronchial Tube. *Anesth Analg* 1996; 82(5): 1007-1010.
18. Inomata, S.; Nishikawa, T.; Salto, S. "Best" PEEP during one-lung ventilation. *Br. J. Anesth.* 1997; 78(6): 754-756.



19. Hormann, C.; Mohsenipour, I.; Response of Cerebrospinal Fluid Pressure to Continuous Positive Airway Pressure in Volunteers. *Anesth Analg* 1994; 78(1): 54-57.
20. Pelosi, P.; Ravagnan, I.; Giurati, G. Positive End-Expiratory Pressure Improves Respiratory Function in Obese but not in Normal Subjects During Anesthesia and Paralysis. *Anesth.* 1999; 91: 1221-1231.
21. Montesano, Jesús. *Manual del Protocolo de Investigación.* 1ª ed. Editorial Auroch. México 2001. pp: 31-39.
22. Hernández S., Roberto; Fernández C., C.; Baptista L., P. *Metodología de la Investigación.* 2ª ed. Editorial Mc Graw Hill. México 1991. pp: 342-399.

## RESUMEN

### INTRODUCCIÓN.

El paciente obeso es portador de una patología que se ha estudiado profundamente desde el punto de vista metabólico, sin embargo, la obesidad produce cambios fisiológicos específicos a todos niveles. Es la causa principal de aterosclerosis a todos niveles con afectación en la macro y microcirculación, es causa y efecto de sedentarismo, provoca hipertrofia concéntrica ventricular y a nivel respiratorio se relaciona directamente con ronquidos, vía aérea difícil, apnea del sueño, hipercapnia progresiva y cefaleas matutinas. El paciente obeso que requiere de anestesia general para ser intervenido quirúrgicamente, rutinariamente se le da el mismo manejo que un paciente normal, sin embargo, en los años recientes ha comenzado a cambiar su abordaje, pues está reconocido un patrón ventilatorio restrictivo por el aumento en la grasa torácica y abdominal que también aumenta la presión intraabdominal comprometiendo las características elásticas de la caja torácica. Es por ello que se ha intentado mejorar el manejo ventilatorio de los pacientes obesos. Se ha intentado mantenerlos en posición prona durante la ventilación mecánica, se les han administrado sin éxito volúmenes pulmonares elevados, pero en años recientes se ha demostrado que la presión positiva al Final de la Espiración es más útil que cualquier otra maniobra para mejorar el intercambio gaseoso y la mecánica pulmonar en comparación con sujetos sanos, sin embargo no se ha comparado el efecto con relación a otro grupo de obesos, para lo cual planteamos el presente trabajo.

## OBJETIVOS

- Evaluar el valor de P.E.E.P. adicional a la ventilación mecánica del paciente obeso (con IMC > 30 kg/m<sup>2</sup> de SC) bajo anestesia general, que determine un intercambio gaseoso óptimo y correlacionado con el índice de masa corporal.

## MATERIAL Y METODOS.

Se realizó un ensayo clínico controlado, prospectivo, comparativo, aleatorizado, longitudinal con pacientes obesos de ambos sexos con edad entre 18 y 65 años de edad, con Índice de Masa Corporal > a 30 kg/m<sup>2</sup>; programados en el Hospital de Especialidades del C.M.N. Siglo XXI, para cirugía no torácica ni abdominal alta, bajo anestesia general, que no tuvieran evidencia de enfermedad cardiopulmonar y No estuvieran con tratamiento broncodilatador.

Prevía aprobación por el comité de Investigación local y consentimiento informado de los pacientes, se les realizó valoración preanestésica para determinar estado físico e I.M.C. Se premedicaron con Midazolam y Ranitidina, se amestesiaron con Fentanil, Vecuronio y propofol para mantenerlos con isoflurano o sevoflurano y ventilador volumétrico hasta estabilizar la ETCO<sub>2</sub> en 30 mmHg. Aleatoriamente se dividieron en 2 grupos. Se realizó determinación de gases sanguíneos arteriales, registros de Presiones de Vía aérea y registros de signos vitales cada 20 minutos. Al grupo control no se le varió ningún parámetro y al grupo de estudio se le escalonó el nivel de PEEP a 5, 7 y 10 cmH<sub>2</sub>O después de cada

registro y finalmente se regresa a parámetros elegidos por el Anestesiólogo responsable. Se tomaron registros de: ETCO<sub>2</sub>, PaCO<sub>2</sub>, PaO<sub>2</sub>, F.C, F.R., T/A, SpO<sub>2</sub>, presión pico y meseta y se calculó la compliance estática.

## **ANÁLISIS ESTADÍSTICO.**

Se realizó análisis de varianza ANOVA para establecer diferencias entre medias para mas de 3 muestras estableciendo  $p < 0.05$  como estadísticamente significativa y un valor alfa de  $< 0.01$ . Los datos recolectados se presentan como medidas de tendencia central y de dispersión.

## **RESULTADOS.**

Se estudiaron 70 pacientes obesos, 43 masculinos (61.4%) y 27 femeninos (38.6%). Con promedio de edad de  $46.99 \pm 13.6$  años y rango de 18 a 65 años; con peso promedio de  $86.74 \pm 14.38$  kg, talla de  $1.63 \pm 0.08$  e Índice de Masa Corporal de  $32.35 \pm 3.5$  kg/m<sup>2</sup>. De los 70 pacientes, 38 estan clasificados como ASA II (54.3%) y 32 pacientes fueron ASA III (45.7%).

La distribución demográfica de los grupos no mostró diferencias significativas. Los diagnósticos mas frecuentes fueron de tipo neuroquirúrgico: 15 pacientes con tumores intracraneales (21.42%), 6 pacientes con aneurismas cerebrales (10.71%), 6 pacientes con hernia de disco (10.71%) y 4 pacientes sometidos a endarterectomía (5.71%).

Tras realizar la prueba ANOVA se observan los siguientes fenómenos:

- La  $\text{PaO}_2$  tiene su valor máximo con PEEP 3 y con PEEP 10, pero las diferencias no son estadísticamente significativas ( $p > 0.05$ )
- La  $\text{PaCO}_2$  mantiene sus valores constantes con ligero descenso a PEEP de 7 y 10, pero las diferencias no son estadísticamente significativas. ( $p > 0.05$ )
- La  $\text{ETCO}_2$  desciende conforme aumenta el PEEP, pero no se correlaciona con  $\text{PaCO}_2$ . Las diferencias no son significativas ( $p > 0.05$ )
- Las presiones pico y meseta se elevan proporcionalmente al incremento en el PEEP con un promedio máximo de 27  $\text{cmH}_2\text{O}$ , pero no son diferencias estadísticamente significativas.
- La compliance y el volumen minuto disminuyen discretamente conforme aumenta la PEEP, pero no requirió de ajustes adicionales.
- Hemodinámicamente se mantienen estables aunque disminuye la PAM con PEEP de 10  $\text{cmH}_2\text{O}$ .

## CONCLUSIONES.

De acuerdo a las pruebas estadísticas queda descartada nuestra hipótesis, pues no se puede fundamentar un valor de PEEP óptimo para los pacientes obesos y tampoco para establecer un esquema de uso de PEEP de acuerdo a I.M.C.; sin embargo queda claro que el uso de PEEP con valores inferiores a 10  $\text{cmH}_2\text{O}$  es inocuo a corto plazo y su utilidad requiere de una cuidadosa individualización de cada paciente en que se aplica.

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN