



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO**

FACULTAD DE MEDICINA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

**INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SERVICIOS SOCIALES DE LOS
TRABAJADORES DEL ESTADO**

**USO DE PRESION POSITIVA AL FINAL DE LA ESPIRACION (PEEP) Y ALTERACIONES
RESPIRATORIAS POSTOPERATORIAS EN PROCEDIMIENTOS LAPAROSCÓPICOS
ABDOMINALES.**

TRABAJO DE TESIS QUE PRESENTA:

DR. DANIEL ANDRES CASTILLO CASTILLO

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE LA ESPECIALIDAD EN ANESTESIOLOGIA

ASESOR DE TESIS: DRA. MARIA CECILIA LÓPEZ MARISCAL.

ASESOR DE TESIS: DR. JAVIER CASTILLO MATA.

NO. DE REGISTRO DE PROTOCOLO: 311.2016

CDMX

2017





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

DR. DANIEL ANTONIO RODRÍGUEZ ARAIZA
COORDINADOR DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN

DRA. FLOR MARIA DE GUADALUPE
ÁVILA FEMATT

JEFE DE ENSEÑANZA MÉDICA

DRA. MARTHA EUNICE RODRÍGUEZ
ARELLANO

JEFE DE INVESTIGACIÓN

DR. EDUARDO MARTIN ROJAS PEREZ
PROFESOR TITULAR DE LA ESPECIALIDAD DE ANESTESIOLOGIA

DRA. MARIA CECILIA LOPEZ MARISCAL
ASESORA DE TESIS

DR. JAVIER CASTILLO MATA
ASESOR DE TESIS

RESUMEN

Los cambios respiratorios que se producen durante la anestesia general están relacionados con la relajación muscular, la posición del paciente y reducción de las capacidades pulmonares que conlleva a atelectasias y alteraciones del intercambio gaseoso.

El uso de presión positiva al final de la espiración (PEEP), puede prevenir la aparición del colapso pulmonar al final de la espiración, aumenta el volumen pulmonar espiratorio final y mejora la distensibilidad del sistema respiratorio en el paciente anestesiado.

OBJETIVO: determinar si la administración de PEEP junto con la ventilación mecánica controlada, en pacientes intervenidos de cirugía abdominal laparoscópica, es seguro y eficaz para prevenir la disminución de las capacidades pulmonares, la aparición de atelectasias, y mejorar el intercambio gaseoso.

MATERIALES Y METODOS: Estudio clínico aleatorizado en 30 pacientes para medir la efectividad de la administración de 5 cmH₂O de PEEP, asignados en 2 grupos. El grupo ZERO PEEP con 15 pacientes, y el grupo 5 PEEP con 15 pacientes. El primer grupo no recibió PEEP y el segundo grupo recibió 5 de PEEP adjunto a la ventilación mecánica controlada por volumen. Se realizaron radiografías de tórax, espirometría postoperatoria y gasometría arterial para determinar la presencia de alteraciones postoperatorias ventilatorias y pulmonares en cada grupo.

RESULTADOS: El PEEP es una intervención que tiene una tendencia en favor de producir menos atelectasias y menos alteraciones respiratorias postoperatorias.

CONCLUSIÓN: El resultado general del estudio demostró que el PEEP de 5 cmH₂O favorece que haya menos alteraciones ventilatorias, radiográficas y espirométricas en cirugía laparoscópica abdominal aunque no de forma significativa.

PALABRAS CLAVES: laparoscopia, PEEP, alteraciones ventilatorias y pulmonares postoperatorias.

ABSTRACT

Respiratory changes that occur during general anesthesia are related to muscle relaxation, patient position, and reduction of lung capacities leading to atelectasis and gas exchange disturbances.

The use of positive end-expiratory pressure (PEEP) can prevent the onset of pulmonary collapse at the end of expiration, increase the final expiratory lung volume, and improve the distensibility of the respiratory system in the anesthetized patient.

OBJECTIVE: To determine whether the administration of PEEP together with controlled mechanical ventilation in patients undergoing laparoscopic abdominal surgery is safe and effective in preventing the reduction of lung capacity, the development of atelectasis, and the improvement of gas exchange.

MATERIALS AND METHODS: A randomized clinical study in 30 patients to measure the effectiveness of 5 cmH₂O PEEP, assigned in 2 groups. The Zero PEEP group with 15 patients, and the 5 PEEP group with 15 patients. The first group received 0 of PEEP and the second group received 5 of PEEP together with controlled mechanical ventilation. Chest radiographs, postoperative spirometry and arterial blood gas analysis were performed to determine the presence of postoperative ventilatory and pulmonary alterations in each group.

RESULTS: PEEP is an intervention that has a tendency in favor of producing less atelectasis and fewer postoperative respiratory alterations.

CONCLUSION: The overall result of the study showed that the PEEP of 5 cmH₂O favors that there are fewer ventilatory, radiographic and spirometric alterations in abdominal laparoscopic surgery, although not in a significant way.

KEY WORDS: laparoscopy, PEEP, postoperative ventilatory and pulmonary alterations.

AGRADECIMIENTOS

- A Dios: Por el regalo de la vida y por brindarme el valor y la constancia para caminar durante esta etapa del viaje y guiar siempre mis pasos.
- A Liliana: Por ser siempre mi inspiración, por tu amor y apoyo incondicional y por permanecer siempre a mi lado en las buenas y en las malas.
- A mis Hijos: Por ser la luz mi vida y ser el complemento del sentido a mi existencia.
- A mis Padres: Por su entrega sincera y ser siempre ese apoyado desinteresado y constante.
- Agradezco a mis asesores por su ayuda para la realización de éste trabajo:
 - Dr. Javier Castillo: Brindo su asesoría científica para la realización del proyecto.
 - Dra. María Cecilia López Mariscal: Ayudó con la realización del análisis estadístico.
 - Dr. Eduardo Martín Rojas Pérez: Aportó la idea original, dio seguimiento a la realización del proyecto, y ayudó a realizar el manuscrito final.
- A los médicos adscritos: Por brindarnos sus enseñanzas, sus consejos y sus experiencias. Por compartir la práctica médica con sus pacientes. Por hacernos sentir en casa y contribuir a nuestro crecimiento profesional y personal.
- A mis amigos residentes: gracias porque más que compañeros, nos convertimos en amigos. No se puede pedir mejor compañía que la suya durante esta ardua jornada. Gracias por su tolerancia su respeto y su amistad.

ÍNDICE

INVESTIGADORES	3
RESUMEN	4
ABSTRACT	5
AGRADECIMIENTOS	6
ÍNDICE	7
MARCO TEÓRICO	8
HIPÓTESIS	10
OBJETIVO GENERAL	10
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	10
MATERIAL Y MÉTODOS	11
ANÁLISIS DE RESULTADOS	12
RESULTADOS	14
DISCUSIÓN	43
CONCLUSIONES	45
SUGERENCIAS	46
LIMITACIONES	47
CONSIDERACIONES ÉTICAS	48
ANEXOS	49
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

MARCO TEÓRICO

Las complicaciones pulmonares que ocurren en los pacientes intervenidos de cirugía abdominal electiva, bajo anestesia general con ventilación controlada por volumen, se relacionan principalmente con lesión pulmonar inducida por la ventilación mecánica (IVPVM) en 3-10% de los casos (1).

En la anestesia general se producen cambios fisiopatológicos relacionados con la relajación muscular, la posición del paciente en decúbito supino y alteraciones en la función diafragmática, lo que conlleva a reducción de los volúmenes pulmonares, cierre de las pequeñas vías aéreas, formación de atelectasias, alteración del intercambio gaseoso, e inducen a la lesión pulmonar asociada a la ventilación mecánica (2).

A lo largo de los últimos años, la ventilación mecánica en el paciente sometido a anestesia general ha presentado varios cambios, se utilizó volumen corriente alto entre 10 a 12 mL/kg, frecuencia respiratoria baja entre 10 a 12 respiraciones por minuto, fracción inspirada de oxígeno elevada y sin presión positiva al final de la espiración (PEEP). Actualmente las estrategias incluyen el uso de volumen corriente de 6 a 8 ml/kg, administración de PEEP y menor concentración de oxígeno, con el objetivo de disminuir las complicaciones pulmonares postoperatorias secundarias a la lesión pulmonar por la ventilación mecánica por volumen.

Los antecedentes de la última estrategia ventilatoria provienen de pacientes con síndrome de insuficiencia respiratoria aguda en el contexto del paciente crítico bajo ventilación mecánica en las unidades de cuidado intensivo (3). Con estas estrategias, se disminuyeron la mortalidad al reducir el trauma por volumen que implicaba el volumen corriente elevado (4) (5).

El PEEP, evita el colapso pulmonar al final de la espiración, contrarresta el aumento de la presión intra-abdominal, aumenta el volumen pulmonar espiratorio final y mejora la distensibilidad del sistema respiratorio en el paciente anestesiado. Estos efectos positivos para la ventilación pulmonar se han observado principalmente en pacientes obesos y en aquellos que son sometidos a cirugía abdominal laparoscópica, sin embargo su utilidad en pacientes no obesos es controversial y no se ha documentado coherentemente. (2).

El PEEP puede retrasar la progresión de la lesión pulmonar, disminuye los mediadores inflamatorios, la incidencia de infección pulmonar y de coagulopatía de origen pulmonar (6). El PEEP >10 cmH₂O minimiza el colapso alveolar y las lesiones pulmonares por cizallamiento alveolar en pacientes con síndrome de insuficiencia respiratoria aguda (SIRA).

Las limitaciones del PEEP alto se relacionan con efectos secundarios importantes como la depresión hemodinámica y trauma por presión lo que podría superar sus potenciales beneficios. (7). También, PEEP alto pueden ser incómodo para un paciente despierto, lo que causa asincronía ventilador/paciente, con el riesgo de sobre-distensión alveolar y barotrauma. La hipotensión como resultado de la alta presión intratorácica puede causar inestabilidad hemodinámica, especialmente en pacientes hipovolémicos, y el aumento de la postcarga ventricular derecha que puede conducir a insuficiencia ventricular derecha razones por las cuales se recomienda su uso racional. (8)

En la cirugía abdominal laparoscópica, se requiere de pneumoperitoneo con insuflación de presión controlada del dióxido de carbono en la cavidad peritoneal. El pneumoperitoneo es bien tolerado aunque genera un estado fisiopatológico complejo que se caracteriza por un aumento en la presión intra-abdominal (PIA) y la presión parcial de CO₂, así como el cambio del flujo de sangre en la circulación pulmonar y la compresión de la base de pulmón por el ascenso de la cúpula diafragmática, lo cual tiene efectos significativos en la mecánica respiratoria y la formación de atelectasias compresivas especialmente en las regiones pulmonares que dependen de la gravedad (9-16).

La presión positiva del final de la espiración (PEEP) se ha utilizado para atenuar la caída de la presión parcial de oxígeno arterial (PaO₂) que acompaña al pneumoperitoneo. Los bajos niveles de

PEEP han demostrado ser beneficioso durante el período operativo incluso en pacientes sanos con pulmones normales. El uso de PEEP previene la atelectasia alveolar y reclutamiento cíclico, mejora de la distensibilidad pulmonar y la corrección de las anomalías de ventilación-perfusión (17). Sin embargo, no hay consenso sobre el nivel ideal de PEEP durante cirugía laparoscópica (18).

HIPÓTESIS

¿En pacientes sometidos a procedimientos laparoscópicos abdominales y control mecánico ventilatorio por volumen (CMV), la administración de cinco cmH₂O de presión positiva al final de la espiración (PEEP) ocasiona menos alteraciones postoperatorias espirométricas y pulmonares, que en aquellos pacientes sometidos a procedimientos laparoscópicos abdominales y control mecánico ventilatorio por volumen (CMV) sin administración de PEEP?

OBJETIVOS

GENERAL:

Determinar que en pacientes sometidos a procedimientos laparoscópicos abdominales y control mecánico ventilatorio por volumen (CMV) la administración de 5 cmH₂O de presión positiva al final de la espiración (PEEP) ocasiona menos alteraciones postoperatorias espirométricas y pulmonares, que en aquellos pacientes sometidos a procedimientos laparoscópicos abdominales y control mecánico ventilatorio (CMV), sin administración de PEEP.

ESPECÍFICOS:

1. Comparar la incidencia de alteraciones en la gasometría postoperatoria en ambos grupos.
2. Estudiar la aparición de atelectasias en la radiografía de tórax.
3. Determinar la diferencia en las alteraciones en la espirométricas en lo grupos estudiados.
4. Evaluar la tendencia de los signos vitales en el periodo posoperatorio inmediato y a las 24 horas.

DISEÑO DEL ESTUDIO.

TAMAÑO DE LA MUESTRA.

La muestra para el presente estudio se tomó del universo de pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica que ingresan para dicha intervención y quienes fueron manejados con anestesia general durante el año 2016.

Se calculó con una fórmula para diferencia de proporciones de 0.40 con un error alfa: 0.05 y un error beta 0.20.

$$n = \left(\frac{z_{\alpha} \sqrt{2p(1-p)} + z_{\beta} \sqrt{p_1(1-p_1) + p_2(1-p_2)}}{p_1 - p_2} \right)^2$$

Dónde: n es el número de sujetos necesarios en cada una de las muestras;

p_1 es igual a la proporción esperada de pacientes con presencia de alguna morbimortalidad. 0.40.

p_2 es igual a la proporción esperada de pacientes sin presencia de alguna morbimortalidad. 0.40.

Se determinó en 15 pacientes por grupo.

MATERIAL Y METODOS

Previa autorización del comité de investigación y ética del hospital regional “Lic. Adolfo López mateos” del ISSSTE, de la CDMX, se realizó un ensayo clínico, prospectivo, aleatorización simple con sobres cerrados, se estudiaron 30 pacientes que fueron programadas para colecistectomía laparoscópica.

Los criterios de inclusión fueron determinados en: aquellos pacientes programados a colecistectomía laparoscópica, ASA I – II, menores de 65 años y mayores de 18 años, peso mayor a 50 kg, IMC 18.5- 30.9. Los criterios de exclusión: pacientes programados para procedimientos abdominales abiertos. Pacientes con comorbilidades pulmonares o cardíacas. Pacientes con índice de masa corporal (IMC) > 30, pacientes que no firmen consentimiento para participar en el presente estudio, paciente con alergias conocidas a medicamentos anestésicos. Criterios de eliminación: hemorragia intraoperatoria mayor al permisible, cirugía laparoscópica convertida en abierta, pacientes con complicaciones durante el proceso anestésico o quirúrgico, pacientes que requirieron terapia transfusional, apoyo con vasopresores y/o manejo postoperatorio en unidad de terapia intensiva.

Todos los pacientes contaron con valoración pre-anestésica, espirometría y radiografía de tórax pre-anestésicas las cuales fueron reportadas como normales. Previo diligenciamiento y firma del formato de consentimiento informado para el procedimiento anestésico, así como para la toma de gases arteriales durante la anestesia y en el post-anestésico inmediato, se procedió a la administración de anestesia general balanceada.

Se administró anestesia general balanceada y una monitorización de constantes vitales: electrocardiograma con derivaciones DII, V5; oximetría de pulso; capnografía, capnometría, analizador de gases. Se realizó pre-medicación anestésica con clorhidrato de midazolam 0,25 mg/kg I.V.; clorhidrato de ranitidina 50 mg I.V.; la inducción anestésica se llevó a cabo con propofol 1- 2,5 mg/ kg de peso I.V.; citrato de fentanil 3 mcg por kilo de peso I.V.; para la relajación muscular se utilizó besilato de cis-atracurio 0,15 mg/kg de peso I.V.; se realizó intubación orotraqueal y se inició con ventilación mecánica en modo volumen control con una relación inspiración: espiración (I: E) = 1: 2.

Según el método de selección, el grupo “5 PEEP” recibió 5 cmH₂O de PEEP, y el grupo “ZERO PEEP” a quienes no se administró PEEP. aparte del nivel de PEEP, el resto de parámetros ventilatorios fueron idénticos para ambos grupos: volumen corriente (VT): ≤ 6 ml/kg de peso corporal predicho (sexo masculino $50 + 0,91 \times (\text{altura en centímetros} - 152,4)$, sexo femenino $45,5 + 0,91 \times (\text{altura en centímetros} - 152,4)$); la frecuencia respiratoria (FR) se ajustó para mantener una tensión de dióxido de carbono espirado (etCO₂) de 35-40 mmHg; la fracción de oxígeno inspirado (FiO₂) fue del 60% durante la cirugía. El pneumoperitoneo con dióxido de carbono, para el procedimiento laparoscópico se creó con una técnica cerrada mediante aguja de Veress, manteniendo una presión intra-abdominal de 14 mmHg. Después de la insuflación, los pacientes fueron colocados en la posición estándar definida para dicha intervención y se obtuvo una muestra de sangre arterial intra-operatoria para análisis de gases arteriales y otra muestra en el postoperatorio inmediato. Se realizó una radiografía de tórax con aparato de rayos X portátil durante el postoperatorio inmediato en la sala de recuperación post-anestésica. Una vez que el paciente fue dado de alta del servicio de recuperación post-anestésica se trasladó a hospitalización y al completar 24 horas de periodo postoperatorio, se obtuvo una espirometría.

Se realizó la recopilación de la información de las hojas de recolección de datos individuales, estadística descriptiva, medias, varianza y desviación estándar mediante software SPSS versión 15.0. Las variables cualitativas se les aplicó “chi cuadrada” y para las cuantitativas una “T de student”. La significancia estadística, se tomó con la $p > 0.05$.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

VARIABLES DEMOGRÁFICAS: Se analizó un grupo de 30 pacientes asignados en 2 grupos de 15 en cada uno: y se les asignó nombre de grupo "ZERO PEEP" y grupo "5 PEEP" respectivamente.

La edad se situó de 59 ± 7.26 años para el grupo "ZERO PEEP" y de 49 ± 9.93 años para el grupo "5 PEEP" ($p = 0.11$) (Tabla 1) (Gráfica 1).

En el género, predominio del sexo femenino en los dos grupos: con un porcentaje de 66.6% de mujeres, Vs, 33.3% de hombres en el grupo "ZERO PEEP" y un porcentaje de 80% mujeres Vs. 20% hombres en el grupo "5 PEEP". (Tabla 1. Gráfica 2).

Peso. 68 ± 7.54 Kg para el grupo "ZERO PEEP" y 65.9 ± 7.23 Kg para el grupo "5 PEEP" ($p = 0.40$), (Tabla 1. Gráfica 3.).

La talla, no mostró diferencia en ambos grupos (tabla 1. Gráfica 3.).

El índice de masa corporal (IMC) fue similar en los 2 grupos: 26.98 ± 2.98 Kg/ (m)² en el grupo "ZERO PEEP" y 26.02 ± 2.82 Kg/ (m)² en el grupo "5 PEEP". (Tabla 1. Gráfica 4).

Estado físico de la ASA, el 40% de los pacientes fueron clasificados como ASA I en el grupo "ZERO PEEP" y 60% en el grupo "5 PEEP". Los pacientes clasificados como ASA II correspondieron 53.3% y 46.7% en los grupos "ZERO PEEP" y "5 PEEP" respectivamente (Tabla 2. Gráfica 6).

La frecuencia cardíaca, tanto pre-quirúrgica como en el postoperatorio inmediato y a las 24 horas, no evidenciaron variaciones estadísticas significativas entre los 2 grupos. (Tabla 3. Gráfica 7).

La tensión arterial sistólica y diastólica no evidenciaron cambios significativos durante el pre-quirúrgico, postquirúrgico inmediato y a las 24 horas respecto a la comparación realizada en ambos grupos (Tabla 3. Gráfica 8 y 9.)

La frecuencia respiratoria no mostro una variación significativa la tendencia durante el periodo pre-quirúrgico, postquirúrgico inmediato y a las 24 horas (Tabla 3. Gráfica 10).

La oximetría de pulso fue similar en los 2 grupos analizados en los tiempos descritos previamente. (Tabla 4. Gráfica 11).

La radiografía de tórax post-operatoria evidencio un **mayor número de atelectasias** en el grupo "ZERO PEEP" 33.4% en relación con el grupo "5 PEEP" 26.7%, aunque no hubo significancia estadística ($p = 0.69$) (RR= 0.80 IC: 0,27-2.41) (Tabla 5 Gráfica: 12).

La presión arterial de O₂ medida en gasometría arterial transoperatoria y postoperatoria, mostro un valor mayor en el grupo "5 PEEP" respecto al grupo "ZERO PEEP".

La presión arterial de CO₂ no mostro variación en el grupo al que no se administró PEEP y presento un ligero descenso en el grupo en el que se realizó la intervención. (Tabla 6. Gráficas: 14-15).

El patrón espirometrico, evidenció menor número de pacientes con patrón restrictivo en el grupo "5 PEEP" 6,66% con respecto al grupo "ZERO PEEP" 13.3% aunque sin significancia estadística ($p = 1.0$) (RR= 0.50 IC: 0.05- 4.94). (Tabla 7. Gráfica: 17)

En la espirometría post-operatoria, los hallazgos mostraron disminución en los promedios de los parámetros espirométricos en ambos grupos. Sin embargo dichas diferencias no fueron significativas. (Tabla 8. Graficas 18-20).

El Riesgo Relativo para la intervención analizada en este estudio (uso de 5 cmH₂O de PEEP), evidencia un posible factor protector en cuanto a la presencia de atelectasias en la radiografía de tórax y las alteraciones espirométricas postoperatorias. (Grafica 21.)

RESULTADOS: TABLAS Y GRAFICAS

Tabla 1. Diferencia en las variables demográficas y antropométricas en ambos grupos

	Grupo ZERO PEEP	Grupo 5 PEEP	Valor de p
Edad (años)	52±7.26	49±9.93	0,11
Peso (Kg)	68.2±7.54	65.9±7.23	0,40
Talla (m)	1.59±0.64	1.59±0.67	0.95
IMC (peso/talla ²)	26.98±2.98	26.02±2.82	0.37
Género			
Masculino	33.30%	20%	0.682
Femenino	66.60%	80%	

Significancia estadística *= p< 0.05.

IMC: índice de masa corporal (Kg/(m)²)

Fuente: Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos. ISSSTE. 2017.

Tabla 2.- Diferencias en las variables estado físico ASA entre ambos grupos.

Estado físico ASA	Grupo "Zero PEEP"	Grupo " 5 PEEP"	Valor de P
ASA I	40%	60%	0.71
ASAII	53.3%	46.7%	

Significancia estadística * = $p < 0.05$.

ASA: American Society of Anesthesiologist.

Fuente: Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos. ISSSTE. 2017.

Tabla 3.- Diferencias en las variables signos vitales entre ambos grupos.

	Grupo "Zero PEEP"	Grupo " 5 PEEP"	Valor de P
FC pre operatoria	73.27±12.75	70.67±7.22	0.49
FC post operatoria	75±6.60	76.93±8.17	0.48
FC post operatoria 24 h	76.7±8.27	75.87±4.98	0.73
TAS preoperatoria	122.20±11.50	128.27±11.50	0.14
TAS post operatoria	115.80±14.25	116,87±16.20	0.85
TAS post operatoria 24h	119.60±10.69	121.67±8.16	0.55
TAD preoperatoria	74±7,20	72.60±5.40	0.55
TAD post operatoria	71.40±13,62	68.20±10.46	0.47
TAD post operatoria 24h	71.93±8,86	69.80±5.80	0.44
FR preoperatoria	17.33±1.34	17.27±1.22	0.88
FR postoperatoria	14.93±2.98	16±2.92	0.27
FR postoperatoria 24h	17.53±1.35	16.47±1.99	0.09

Significancia estadística *= p< 0.05.

FC: frecuencia cardiaca (latidos por min).

TAS: tensión arterial sistólica (mmHg).

TAD: tensión arterial diastólica.

FR: frecuencia respiratoria.

Fuente: Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos. ISSSTE. 2017.

Tabla 4.- Diferencias en la variable oximetría de pulso entre ambos grupos.

	Grupo "Zero PEEP"	Grupo " 5 PEEP"	Valor de P
SaO2 pre operatorio	93.80±2.95	94.53±2.50	0.47
SaO2 post operatorio inmediato	92.73±4.13	92.93±4.38	0.89
SaO2 24h post operatorio	93.33±2.99	93.66±2.16	0.72

Significancia estadística *= $p < 0.05$.

SaO2: % saturación de oxígeno en oximetría de pulso.

Fuente: Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos. ISSSTE. 2017.

Tabla 5.- Diferencias en la variable radiografía de tórax entre ambos grupos.

	Grupo "Zero PEEP"	Grupo " 5 PEEP"	Valor de P
Radiografía de tórax post operatoria normal	66.6%	73.3%	0.69
Radiografía de tórax post operatoria atelectasias	33.4%	26.7%	

La significancia estadística fue cuando $* = p < 0.05$.

Fuente: Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos. ISSSTE. 2017.

Tabla 6.- Diferencias en la presión arterial de oxígeno entre ambos grupos.

	Grupo "Zero PEEP"	Grupo " 5 PEEP"	Valor de P
PaO2 trasoperatoria	112. 64±31.52	115.48±34.13	0.81
PaO2 posoperatoria	106. 20±26.83	108. 99±25.56	0.77
PaCO2 trasoperatoria	31.83±4.51	30.13±4.46	0.30
PaCO2 posoperatoria	31.80±4.37	29.86±3.82	0.20

PaO2: presión arterial de oxígeno mmHg.

Significancia estadística *= p< 0.05.

Fuente: Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos. ISSSTE. 2017.

Tabla 7.- Diferencias en la variable ESPIROMETRIA entre ambos grupos.

	Grupo "Zero PEEP"	Grupo " 5 PEEP"	Valor de P
Espirometria post operatoria normal	86.7%	93.3%	1.0
Espirometria postoperatoria restrictiva	13.3%	6.66%	

Significancia estadística *= $p < 0.05$.

Fuente: Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos. ISSSTE. 2017.

Tabla 8.- Diferencias en las variables espirometricas entre ambos grupos.

Parámetros ventilatorios	Grupo "Zero PEEP"	Grupo " 5 PEEP"	Valor de P
CVF% pre operatorio	92.47±7.80	96.93±7.21	0.11
CVF %24 h post operatorio	83.00±6.15	84.74±6.92	0.47
VEF1% preoperatorio	89.67±6.15	91.60±8.16	0.52
VEF1%24 h postoperatorio	81.07±7.73	82.20±5.73	0.65
VEF/CVF preoperatorio	96.53±5.98	91.60±8.16	0.34
VEF/CVF postoperatorio	97.40±4.74	97.40±4.74	0.60

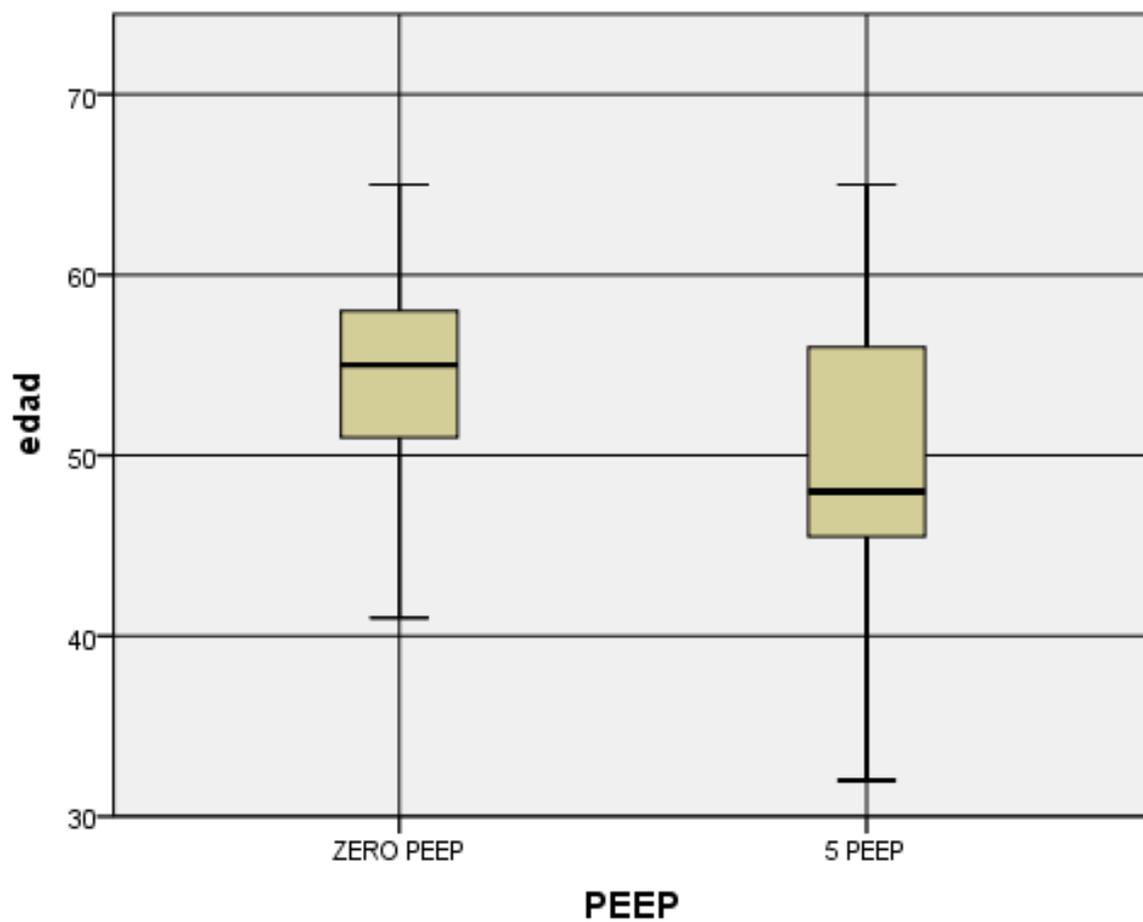
La significancia estadística fue cuando *= p< 0.05.

CVF% = capacidad vital forzada; VEF1%= volumen espiratorio forzado en el primer segundo;

VEF1/CVF = volumen espiratorio forzado/capacidad vital forzada.

Fuente: Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos. ISSSTE. 2017.

GRÁFICA 1. DIFERENCIAS EN LA EDAD EN AÑOS ENTRE AMBOS GRUPOS.



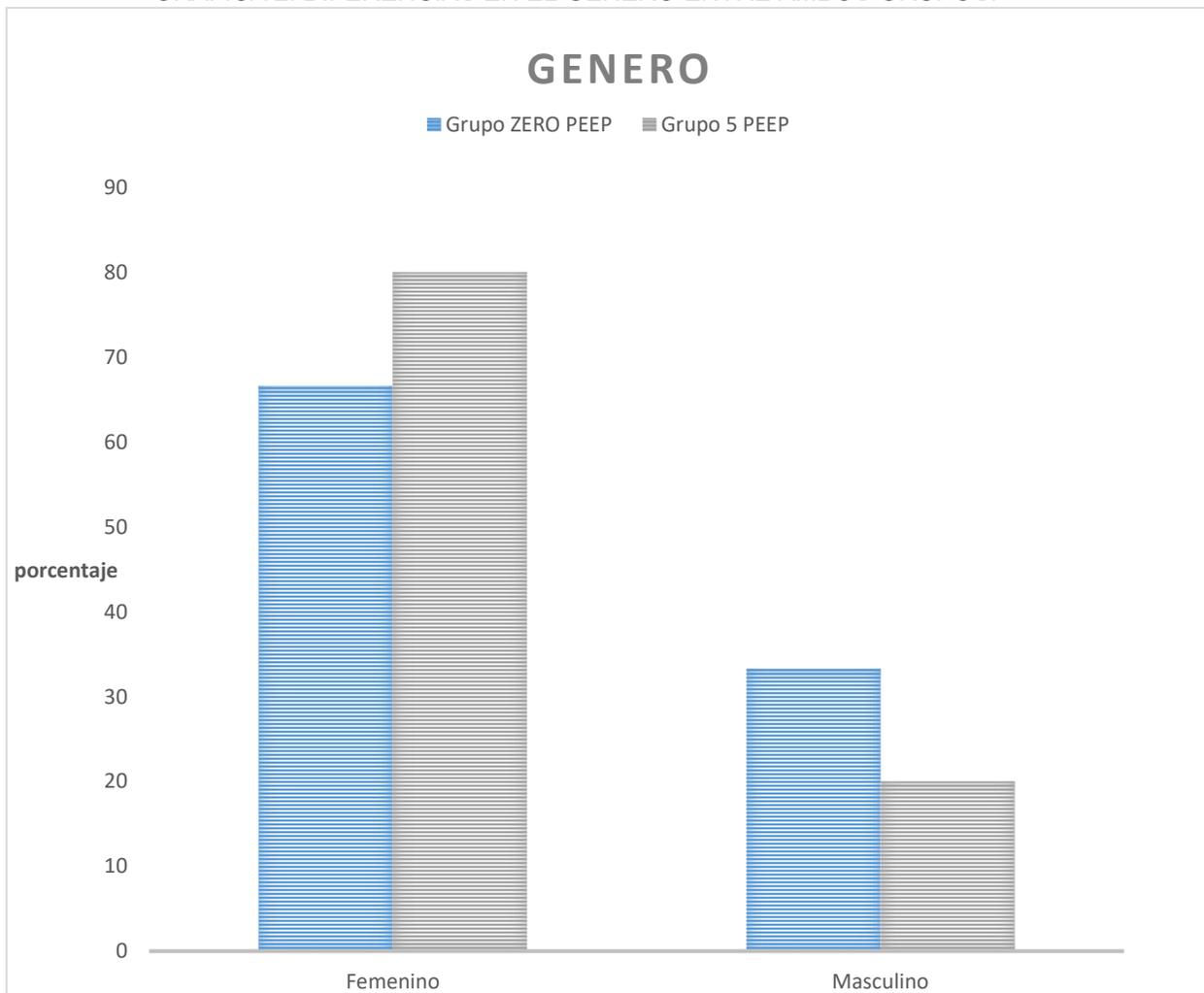
Significancia estadística *= $p < 0.05$.

Edad: años.

PEEP: cmH₂O.

Fuente: Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos, ISSSTE. Año 2017.

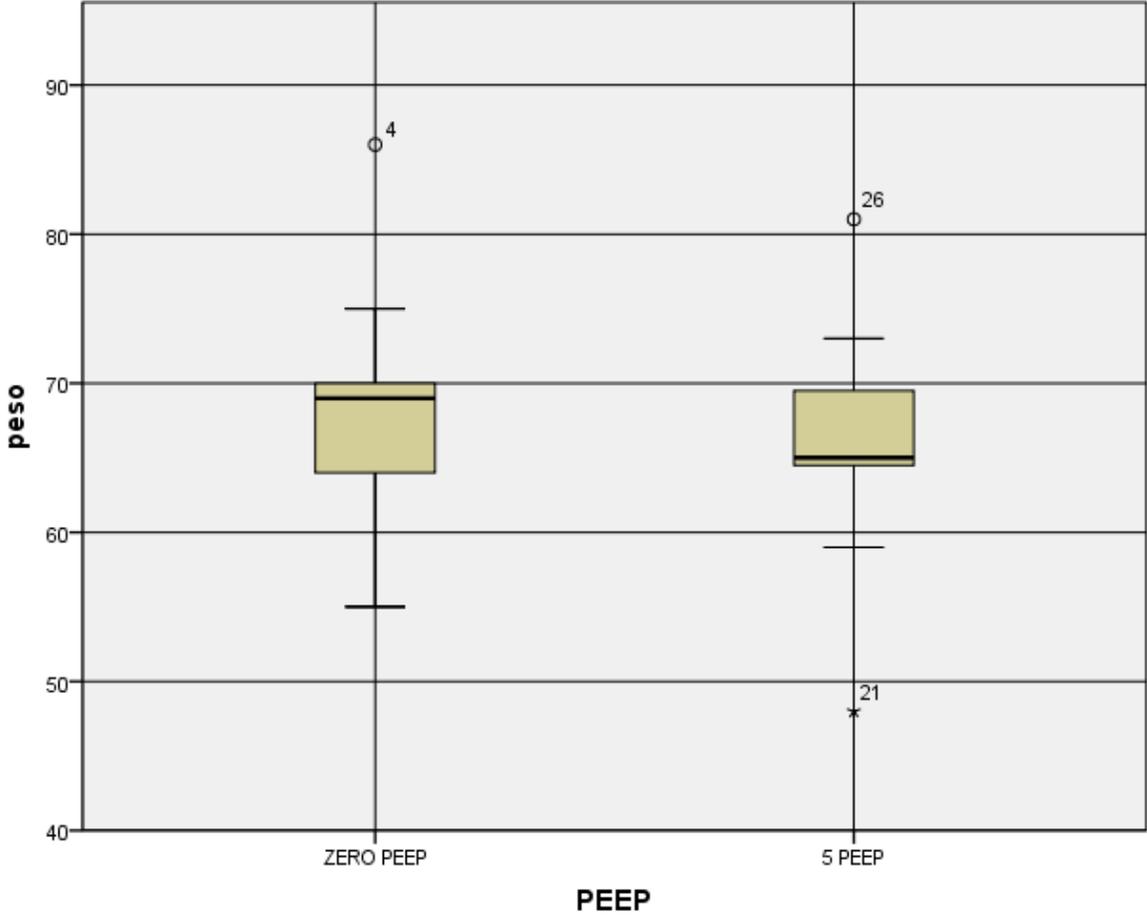
GRÁFICA 2. DIFERENCIAS EN EL GÉNERO ENTRE AMBOS GRUPOS.



Significancia estadística *= $p < 0.05$.

Fuente: Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos, ISSSTE. Año 2017.

GRÁFICA 3. DIFERENCIAS EN EL PESO ENTRE AMBOS GRUPOS.



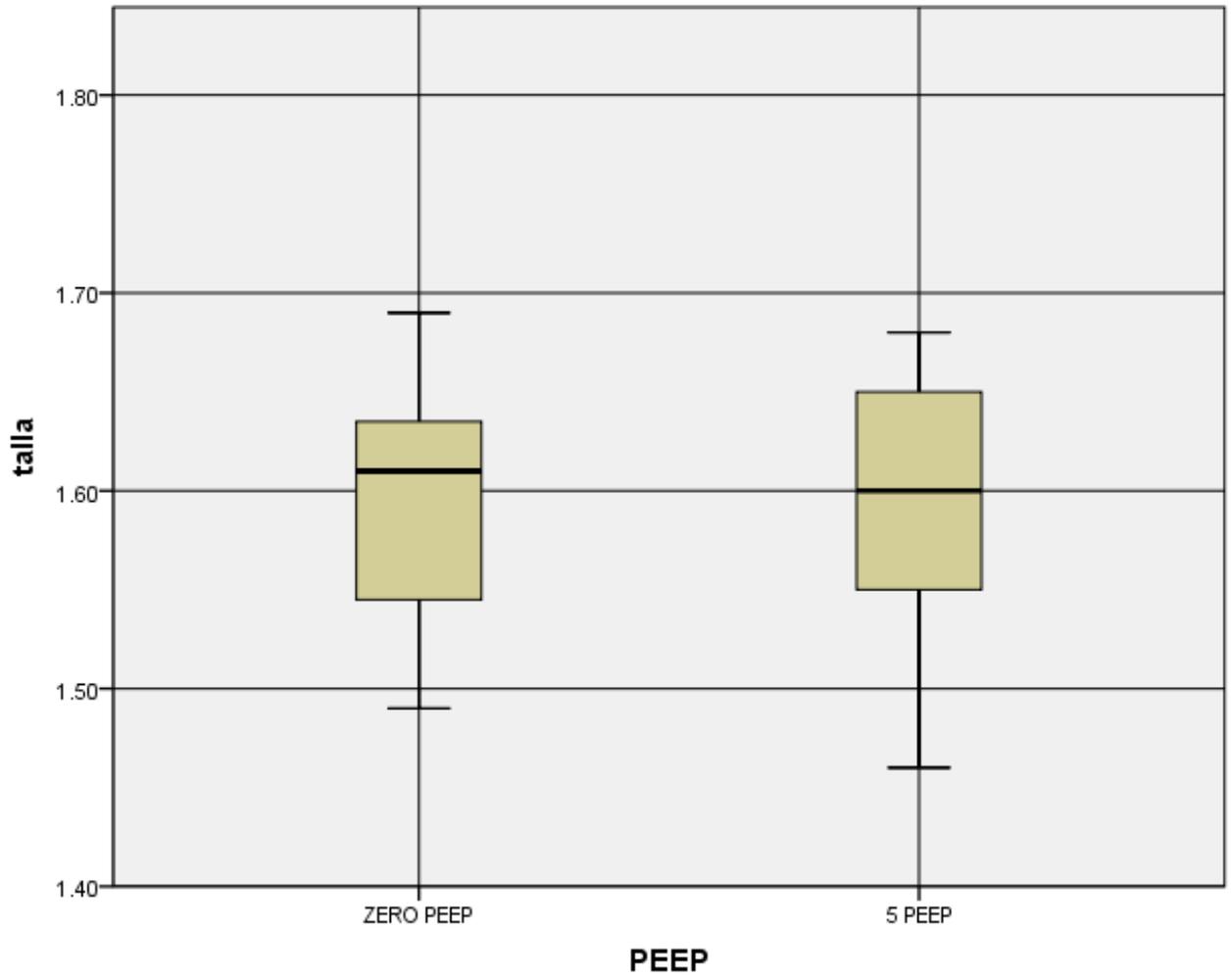
Significancia estadística *= $p < 0.05$.

Peso: kg.

PEEP: cmH₂O.

Fuente: Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos, ISSSTE. Año 2017.

GRÁFICA 4. DIFERENCIAS EN LA TALLA ENTRE AMBOS GRUPOS.



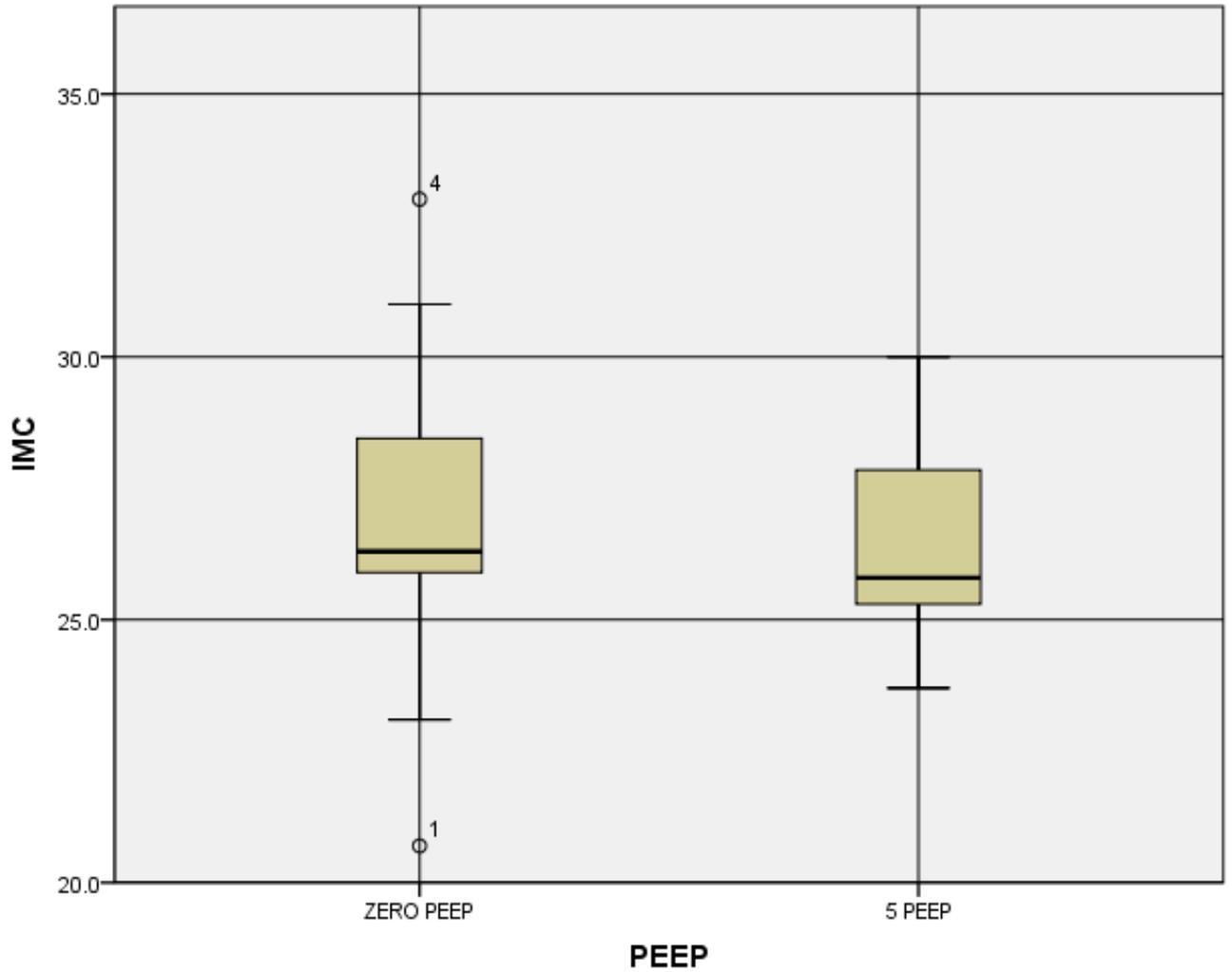
Significancia estadística *= $p < 0.05$.

Talla: metros.

PEEP: cmH₂O.

Fuente: Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos, ISSSTE. Año 2017.

GRÁFICA 5. DIFERENCIAS EN EL IMC ENTRE AMBOS GRUPOS.



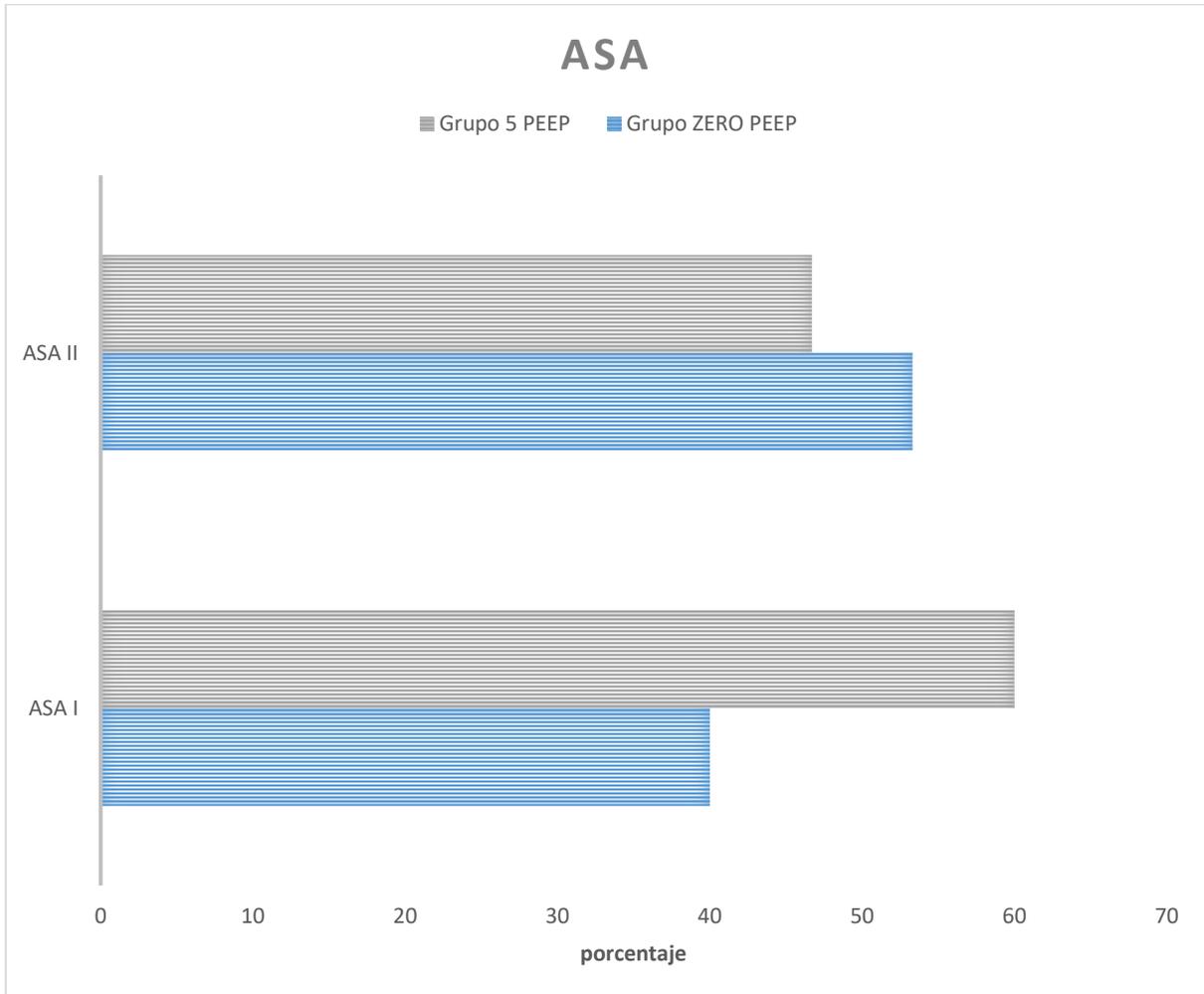
Significancia estadística fue cuando $*$ = $p < 0.05$.

IMC: índice de masa corporal Kg/m^2 .

PEEP: cmH_2O .

Fuente: Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos, ISSSTE. Año 2017.

GRÁFICA 6. DIFERENCIAS EN EL ESTADO FÍSICO DE LA ASA ENTRE AMBOS GRUPOS.

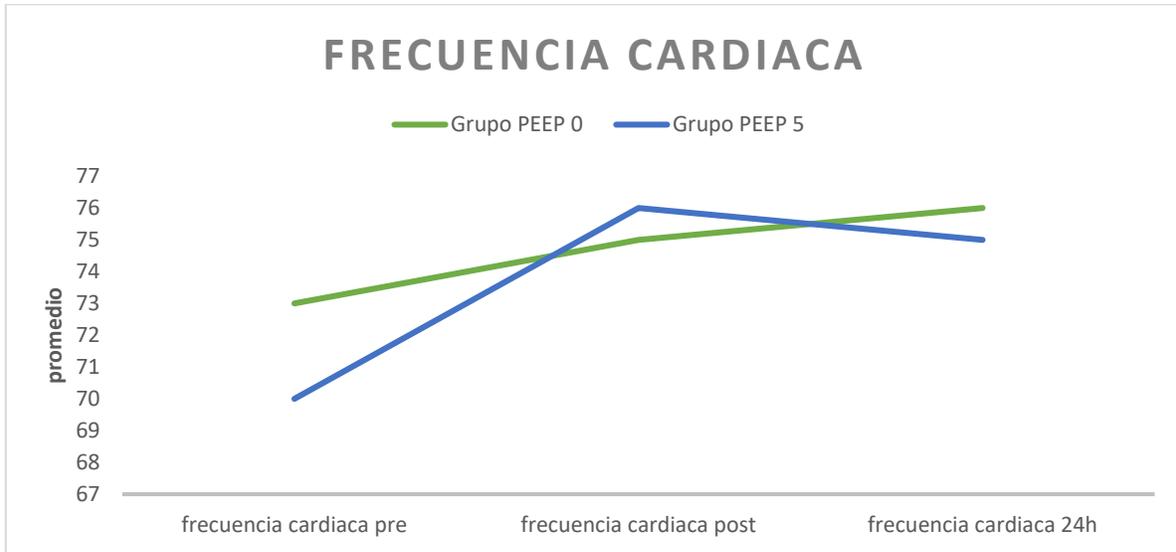


Significancia estadística *= $p < 0.05$.

ASA: American Society of Anesthesiologist.

Fuente: Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos, ISSSTE. Año 2017.

GRÁFICA 7. DIFERENCIAS EN LA FRECUENCIA CARDIACA ENTRE AMBOS GRUPOS.



La significancia estadística fue cuando $* = p < 0.05$.

Frecuencia cardiaca: latidos por minuto.

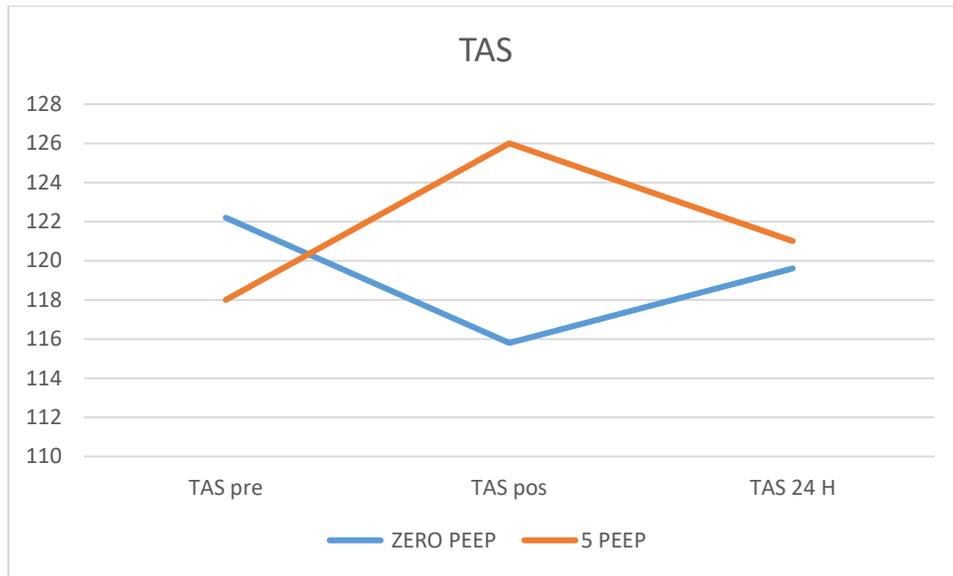
Frecuencia cardiaca pre: preoperatorio.

Frecuencia cardiaca post: posoperatorio inmediato.

Frecuencia cardiaca 24h: posoperatorio de 24 horas.

Fuente: Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos, ISSSTE. Año 2017.

GRÁFICA 8. DIFERENCIAS EN TAS ENTRE AMBOS GRUPOS.



Significancia estadística $*= p < 0.05$.

TAS: tensión arterial sistólica mmHg.

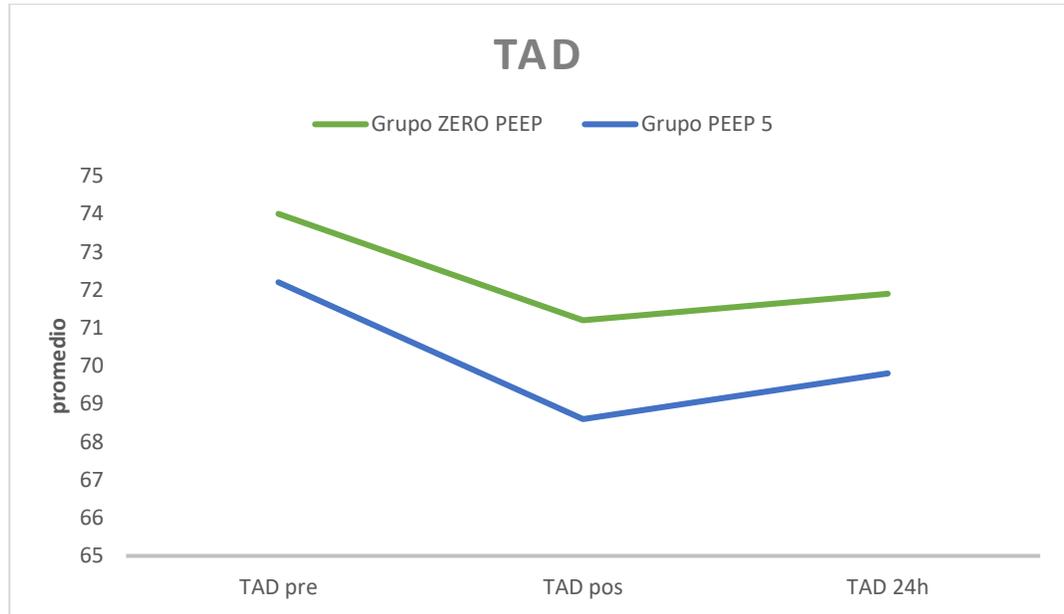
TAS pre: preoperatorio.

TAS post: posoperatorio inmediato.

TAS 24H: posoperatorio de 24 horas.

Fuente: Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos, ISSSTE. Año 2017

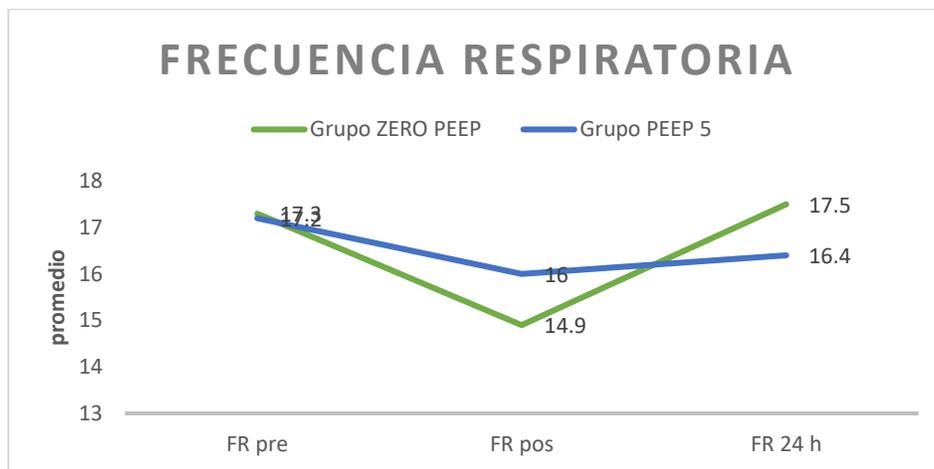
GRÁFICA 9. DIFERENCIAS EN LA TAD EN AMBOS GRUPOS



Significancia estadística *= $p < 0.05$.
TAD: tensión arterial diastólica mmHg.
TAD pre: preoperatorio.
TAD post: posoperatorio inmediato.
TAD 24h: posoperatorio de 24 horas.

Fuente: Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos, ISSSTE. Año 2017.

GRÁFICA 10. DIFERENCIAS EN LA FRECUENCIA RESPIRATORIA EN AMBOS GRUPOS EN AMBOS GRUPOS.



Significancia estadística *= $p < 0.05$.

FR: Frecuencia respiratoria - respiraciones por minuto.

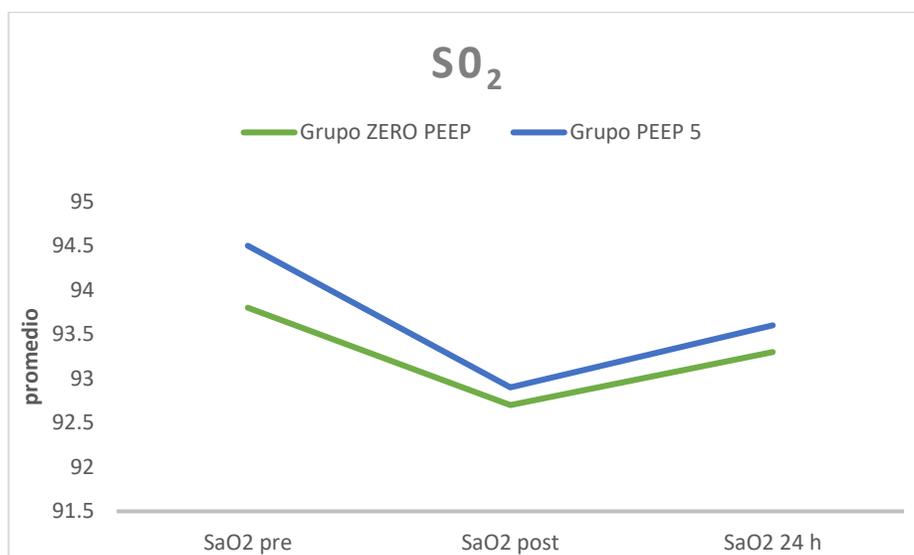
FR pre: preoperatorio.

FR post: posoperatorio inmediato.

FR 24h: posoperatorio de 24 horas.

Fuente: Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos, ISSSTE. Año 2017.

GRAFICA 11. DIFERENCIAS EN SO_2 ENTRE AMBOS GRUPOS.



Significancia estadística $*= p < 0.05$.

SaO₂: saturación arterial oxígeno en oximetría de pulso %.

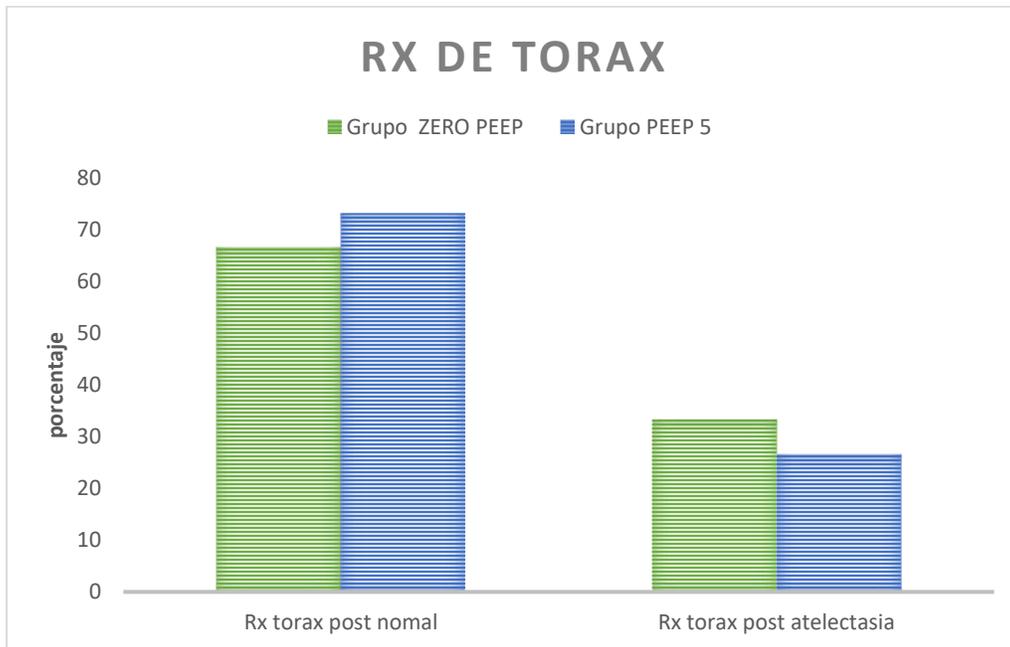
SaO₂ pre: preoperatorio.

SaO₂post: posoperatorio inmediato.

SaO₂ 24h: posoperatorio de 24 horas.

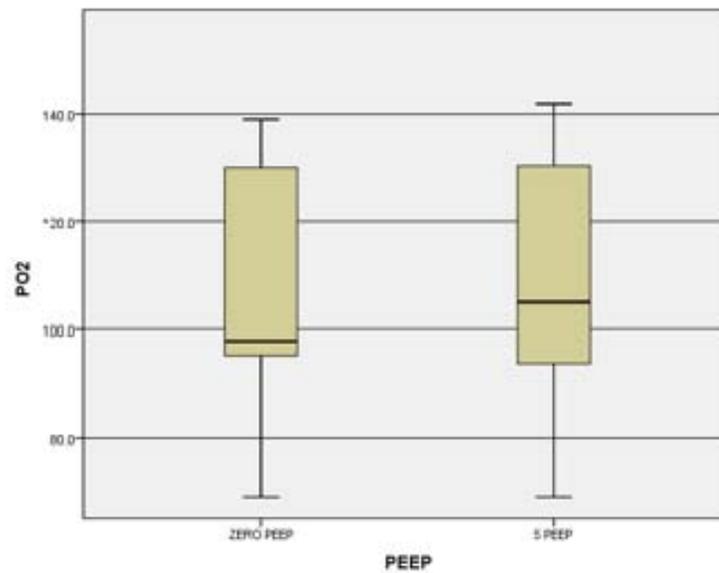
Fuente: Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos, ISSSTE. Año 2017.

GRAFICA 12. DIFERENCIAS EN LA PRESENCIA DE ATELECTACIAS EN LA RADIOGRAFIA DE TORAX POSTOPERATORIA ENTRE AMBOS GRUPOS.



Significancia estadística *= $p < 0.05$.
Fuente: Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos, ISSSTE. Año 2017.

GRÁFICA 13. DIFERENCIAS EN LA PaO2 TRANS OPERATORIA ENTRE AMBOS GRUPOS.



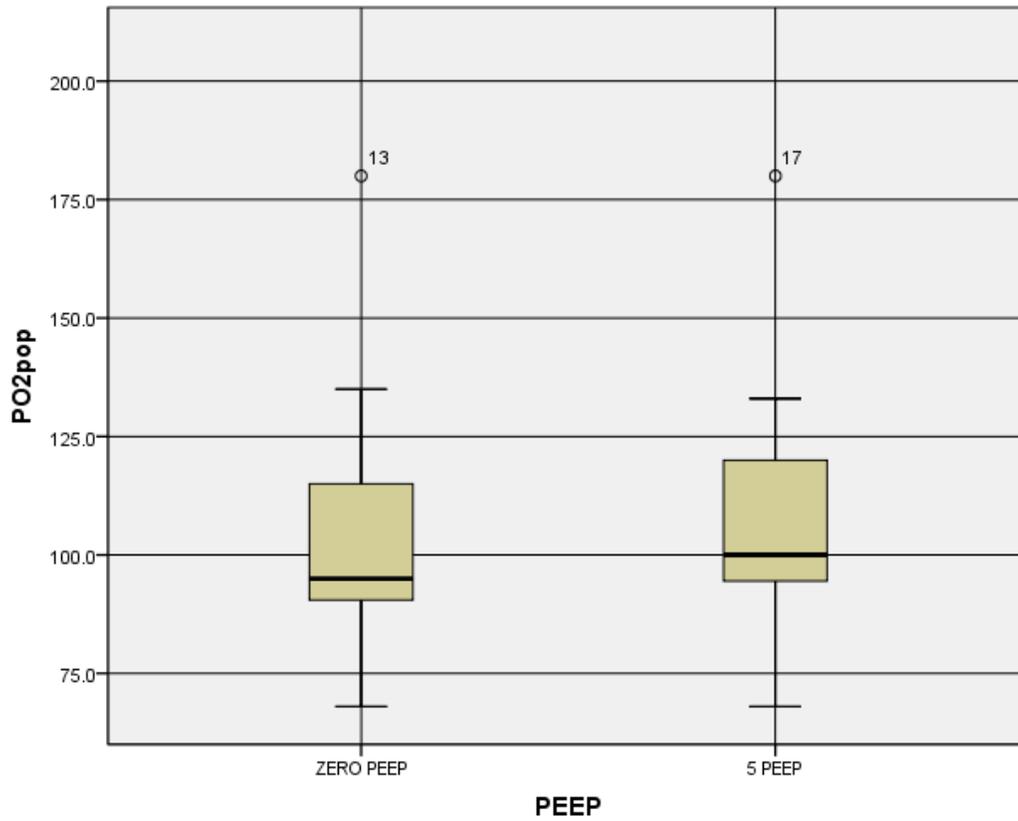
Significancia estadística $*= p < 0.05$.

PaO2: presión arterial de oxígeno transoperatoria.

PEEP: cmH₂O.

Fuente: Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos, ISSSTE. Año 2017.

GRÁFICA 14. DIFERENCIAS EN LA PaO₂ POST OPERATORIA ENTRE AMBOS GRUPOS.



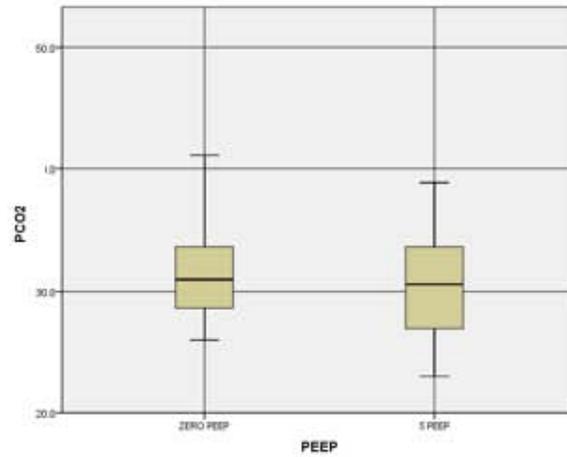
Significancia estadística *= p < 0.05.

PaO₂ pop: presión arterial de oxígeno postoperatoria.

PEEP: cmH₂O.

Fuente: Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos, ISSSTE. Año 2017.

GRÁFICA 15. DIFERENCIAS EN LA PaC02 TRANS OPERATORIA ENTRE AMBOS GRUPOS.

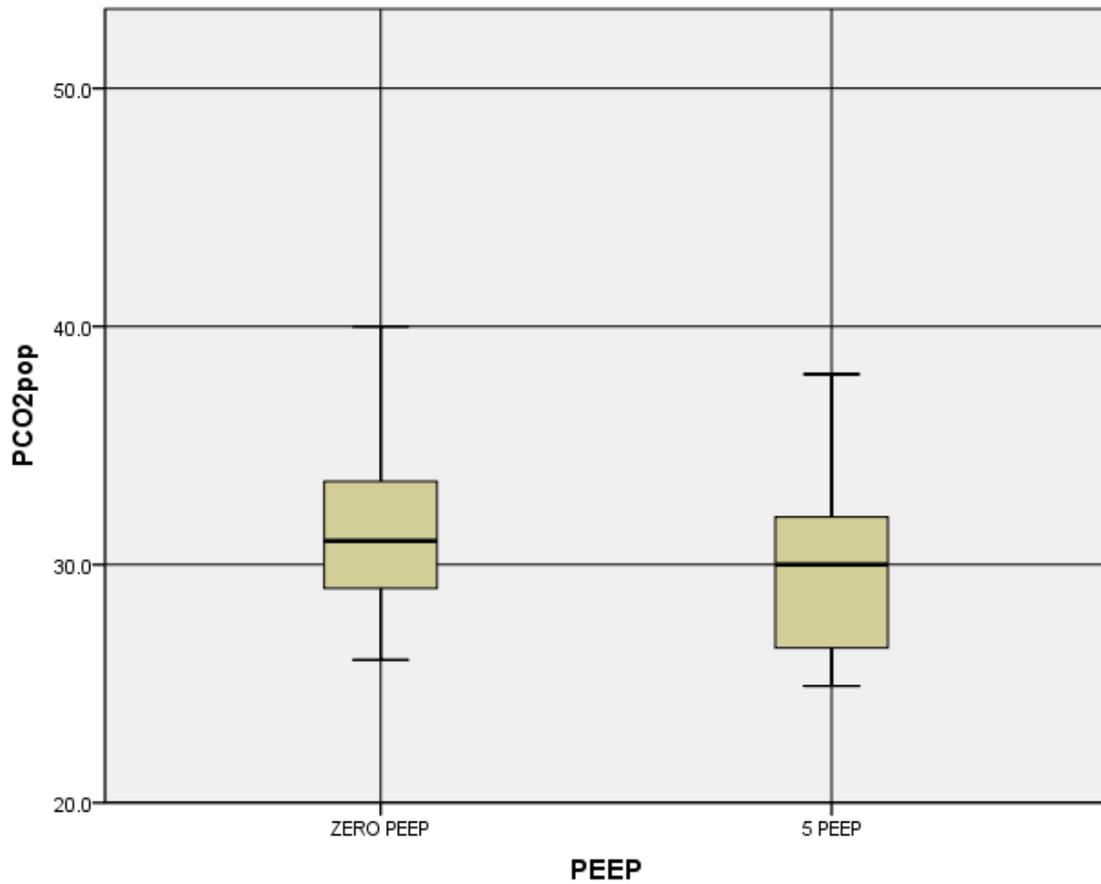


Significancia estadística $*= p < 0.05$.

PaC02: presión arterial de dióxido de carbono

Fuente: Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos, ISSSTE. Año 2017.

GRÁFICA 16. DIFERENCIAS EN LA PaCO₂ POST OPERATORIA ENTRE AMBOS GRUPOS.



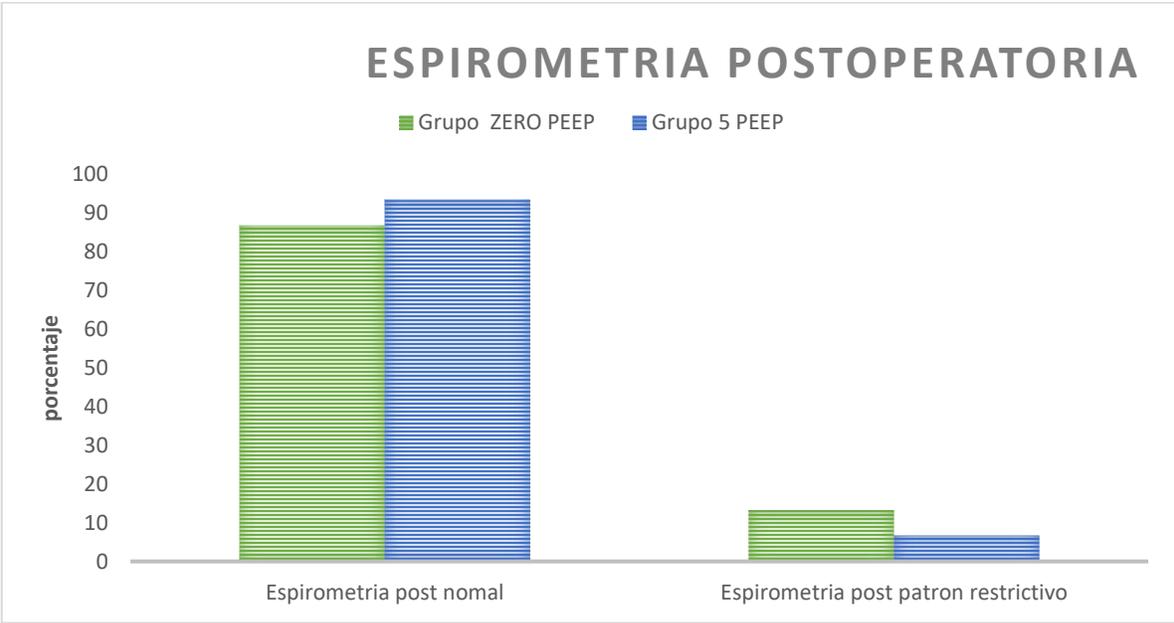
Significancia estadística *= $p < 0.05$.

PaCO₂ pop: presión arterial de dióxido de carbono posoperatoria mmHg.

PEEP: cmH₂O.

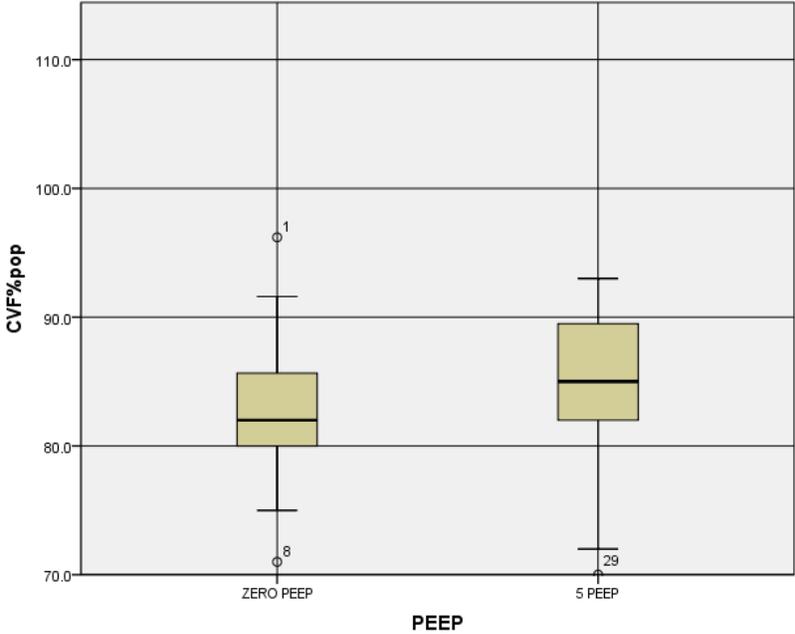
Fuente: Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos, ISSSTE. Año 2017.

GRAFICA 17. DIFERENCIAS EN LA PRESENCIA DE PATRON RESTRICTIVO EN LA ESPIROMETRIA POSTOPERATORIA ENTRE AMBOS GRUPOS.



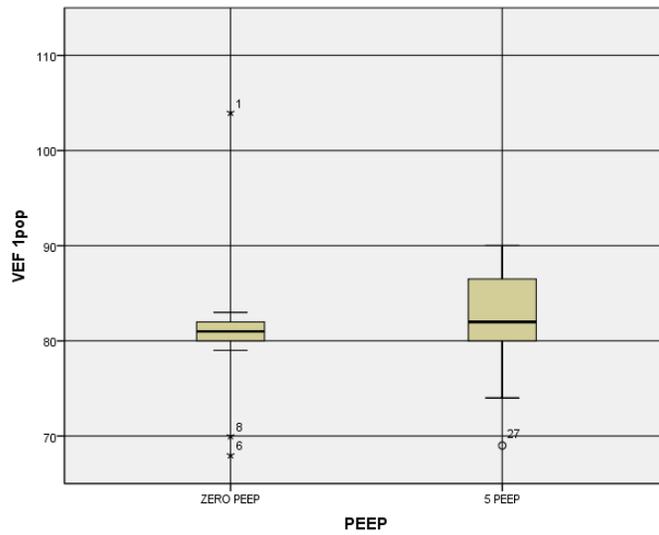
Significancia estadística *= $p < 0.05$.
Fuente: Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos, ISSSTE. Año 2017.

GRÁFICA 18. DIFERENCIAS EN LA CVF POSTOPERATORIA ENTRE AMBOS GRUPOS.



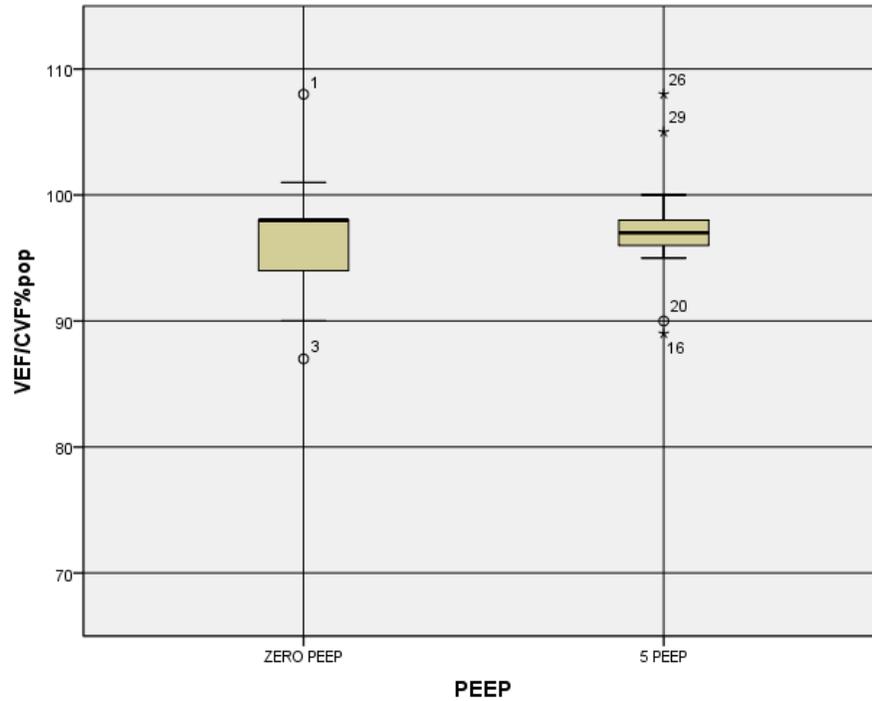
Significancia estadística *= $p < 0.05$.
CVF% pop: capacidad vital forzada postoperatoria.
Fuente: Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos, ISSSTE. Año 2017.

GRÁFICA 19. DIFERENCIAS EN LA VEF1 POSTOPERATORIA ENTRE AMBOS GRUPOS.



La significancia estadística fue cuando $* = p < 0.05$.
VEF1% pop = volumen espiratorio forzado en el primer segundo posoperatorio.
PEEP: cmH₂O.
Fuente: Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos, ISSSTE. Año 2017.

GRÁFICA 20. DIFERENCIAS EN LA VEF1/CVF POSTOPERATORIA ENTRE AMBOS GRUPOS.



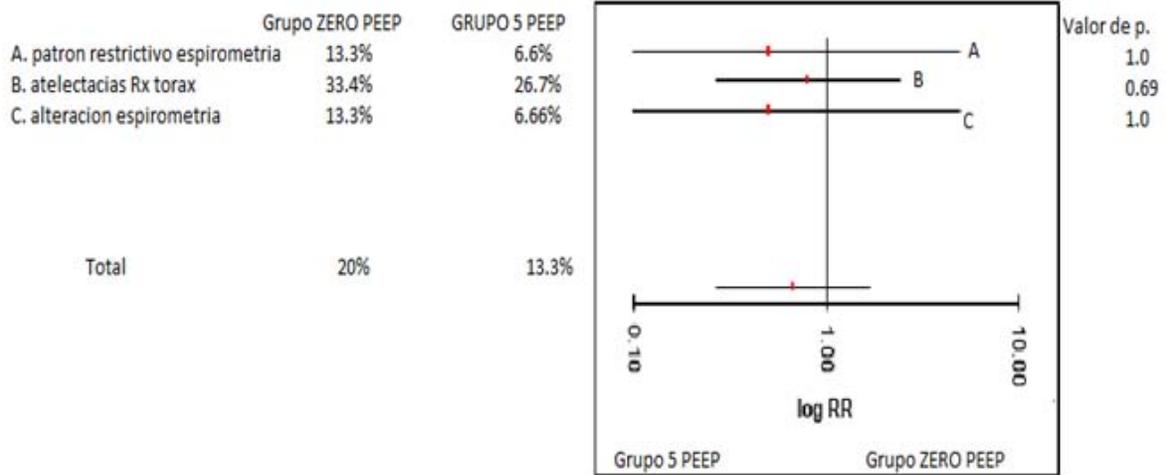
Significancia estadística *= $p < 0.05$.

VEF1/CVF pop = volumen espiratorio forzado/capacidad vital forzada postoperatorio.

PEEP: cmH_2O .

Fuente: Hospital Regional Lic. Adolfo López Mateos, ISSSTE. Año 2017.

GRAFICA 21. RIESGO RELATIVO PARA EL ESTUDIO DEACUERDO A LO GRUPOS "ZERO PEEP" Y "5 PEEP"



Forest plot

NNT: 15.

DISCUSION

Como consecuencia de las alteraciones respiratorias inducidas por la ventilación mecánica durante los procedimientos quirúrgicos abdominales, los pacientes pueden desarrollar insuficiencia respiratoria postoperatoria. Las estrategias de ventilación protectora durante la cirugía abdominal abierta mejoran la función respiratoria y reducen las modificaciones de la función pulmonar (20). Thompson et al realizaron un ensayo clínico aleatorizado en 121 pacientes sometidos a cirugía abdominal donde encontraron que dicha incidencia es más alta entre el día 1 y el día 3 después de la cirugía (43%), (19), sin embargo en nuestro ensayo clínico no se evidenciaron hallazgos sugestivos de insuficiencia respiratoria.

El concepto de que la aplicación de PEEP, fue útil durante la cirugía también se evaluó en procedimientos quirúrgicos laparoscópicos. En este tipo de cirugía, la insuflación prolongada de gas intra-peritoneal puede aumentar el desplazamiento del diafragma cefálico y empeorar la capacidad de cierre de las vías respiratorias, lo que resulta en un aumento de la lesión pulmonar y atelectasia (21). Meininger et al. Evaluó el papel de la PEEP en la oxigenación arterial y la hemodinámica en cirugía laparoscópica en pacientes no obesos. El PEEP se administró en un nivel de 10 cmH₂O o en un nivel cero (ZEEP). El grupo PEEP tuvo una mejor oxigenación durante la insuflación de gas intra-peritoneal que el grupo ZEEP, pero no se encontraron diferencias hemodinámicas significativas entre los grupos (17), dichos hallazgos concuerdan con nuestro estudio, donde tampoco se encontraron diferencias significativas en cuanto a las alteraciones en los parámetros hemodinámicos, lo cual indica que el uso de PEEP es seguro en pacientes sometidos a cirugía laparoscópica aun en niveles tan altos como 10 mm H₂O.

Whalen et al. Realizaron un estudio para medir el efecto de altos nivel de PEEP (12 cmH₂O) en comparación con nivel bajo de PEEP (4 cmH₂O) en la oxigenación arterial en pacientes sometidos a cirugía laparoscópica (22). El grupo de PEEP alto mostró una mejor oxigenación arterial que el grupo bajo PEEP durante la ventilación mecánica, pero dicho efecto desapareció después de la extubación. Así, la PEEP tuvo un efecto temporal sobre la oxigenación durante la ventilación mecánica, mientras que es probable que se produjera un de-reclutamiento alveolar en la extubación. En nuestro estudio, no se observaron diferencias significativas en cuanto a la oxigenación arterial medida en la gasometría arterial transoperatoria ni en la post operatoria, así como tampoco se encontró diferencias en la tendencia en la oximetría de pulso durante los tiempos antes mencionados. Dichos hallazgos podrían deberse al nivel de PEEP utilizado, sin embargo al aplicar niveles más altos de PEEP durante la ventilación transoperatoria podrían encontrarse diferencias en cuanto a la oxigenación sanguínea.

El uso de PEEP en la ventilación mecánica intraoperatoria fue asociada a una reducción de la atelectasia durante el postoperatorio como se informó en 3 estudios utilizando niveles altos de PEEP (10 cmH₂O) (23-25); en nuestro estudio encontramos como hallazgo atelectasias en la radiografía de tórax en los 2 grupos estudiados, mayor el porcentaje en el grupo al que no se administró PEEP, lo cual podría indicar que el uso de dicha intervención en procedimientos laparoscópicos contribuye a la prevención de esta complicación.

La espirometría es la prueba funcional respiratoria más utilizada en clínica, informa de la presencia de diversos patrones espirométricos como el patrón restrictivo, obstructivo y mixto. El patrón restrictivo está caracterizado por la reducción de la capacidad pulmonar total, ya sea por alteraciones del parénquima, tórax o músculos respiratorios y/o su inervación, aparece la C_{VF} disminuida, VEF₁ disminuido y un VEF₁/C_{VF} normal (26).

La presencia y patogénesis del síndrome restrictivo pulmonar postoperatorio visto después de una laparotomía incluye algunos factores como sitio y tamaño de la incisión, dolor postoperatorio y disfunción diafragmática. La disfunción del diafragma es el principal factor causante relacionado con los defectos ventilatorios restrictivos después de colecistectomías y también ocurre en procedimientos laparoscópicos. Esta disfunción es independiente del dolor

postoperatorio, dura aproximadamente una semana y está mediada por un mecanismo reflejo aferente de la inhibición del nervio frénico. El diafragma no muestra ningún deterioro de la contractilidad. Otro factor importante en la génesis de los defectos ventilatorios es el dolor postoperatorio, que también contribuye al deterioro de la función pulmonar después de los procedimientos quirúrgicos del abdomen superior (27). Joris et al, en un estudio realizado en obesos comparó la función pulmonar después de gastroplastía por vía laparotomía o laparoscópica, encontrando mejor función pulmonar después de la cirugía laparoscópica en relación a la vía abierta. (28). Nuestros resultados mostraron disminución de los parámetros espirométricos en los 2 grupos estudiados, sin embargo, la disminución no fue significativa, excepto en los casos en los cuales se evidenció la presencia de patrón restrictivo en dichas pruebas como lo han descrito estudios previos (29); si bien, dicho patrón se presentó en un mayor porcentaje en el grupo al cual no se administró PEEP la diferencia no fue significativa.

Nuestros hallazgos sugieren que el uso de PEEP en procedimientos laparoscópicos abdominales, pueden tener un efecto de protección pulmonar evidenciado por la disminución de las atelectasias pulmonares postoperatorias documentadas en la radiografía de tórax (RR= 0.80 IC: 0,27-2.41) y un menor número de alteraciones espirométricas postoperatorias (RR= 0.50 IC: 0.05- 4.94). Dichos hallazgos son consistentes con lo descrito en pacientes con síndrome de insuficiencia respiratoria aguda donde el uso de PEEP mostro una mejoría en la distribución del gas pulmonar y una disminución del tejido pulmonar reabierto-colapsado (30). De igual manera la administración de PEEP en pacientes obesos ha demostrado una disminución de las atelectasias postoperatorias (31-33).

CONCLUSIONES

1. Se observó mayor número de atelectasias en la radiografía de tórax en el grupo al que no se administró PEEP, lo cual podría indicar que la intervención supone una mejora en el estado pulmonar de los pacientes sometidos a procedimientos laparoscópicos abdominales, sin embargo estos hallazgos no fueron significativos.
2. La diferencia en los hallazgos en cuanto a la presión de oxígeno arterial y de CO₂ medidas en la gasometría no fue significativa en los grupos estudiados.
3. Las alteraciones espirométricas se presentaron con más frecuencia en el grupo que no recibió la intervención lo cual apoya el uso de PEEP en pacientes sometidos a cirugía abdominal laparoscópica, pero dicha diferencia carece de significancia estadística.
4. No se observaron alteraciones hemodinámicas secundarias a la administración de PEEP durante el presente estudio, lo cual sugiere que se trata de una práctica segura en este tipo de procedimientos en la población estudiada.
5. Si bien el número de alteraciones radiográficas y espirométricas referidas anteriormente, apoyan en uso de PEEP durante los procedimientos laparoscópicos abdominales, el número necesario a tratar para esta intervención es alto, NNT: 15.
6. La intervención analizada en este estudio (uso de 5 cmH₂O de PEEP), evidencia un posible factor protector en cuanto a disminución de la aparición de atelectasias en la radiografía de tórax y las alteraciones espirométricas postoperatorias. (Grafica 21).

SUGERENCIAS

1. El número de la muestra podría aumentar lo cual ayudaría a determinar mayores diferencias en cuanto a las alteraciones postoperatorias encontradas.
2. Al evaluar un nivel de PEEP más elevado podrían encontrarse una mejoría en el patrón gasométrico y espirométrico post-operatorio, así como una disminución en las alteraciones radiológicas pulmonares.

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

1. No se consideraron variables como el control de dolor postoperatorio, lo cual podría haber influido en los resultados de la espirometría post-operatoria.
2. Tampoco se tuvo en cuenta la duración de los procedimientos quirúrgicos lo cual puede incidir en las alteraciones espirométricas y radiográficas que se presentaron en el periodo post-operatorio.
3. Otra limitación fue la ausencia de seguimiento en el tiempo de la función pulmonar dado que las alteraciones en dicha función pueden persistir hasta una semana posterior al procedimiento quirúrgico.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

Esta investigación se apega a los lineamientos del reglamento de la ley general de salud en materia de investigación para la salud e sus artículos 13, 16 y 20 y a la quinta declaración de Helsinki (Edimburgo, 2000) que establece lo siguiente.

Art 13.- que en toda investigación en la que el ser humano sea sujeto de estudio, deberá prevalecer el criterio del respeto a su dignidad y a la protección de sus derechos y bienestar.

Art 16.- se protegerá la privacidad del individuo sujeto de investigación identificándolo sólo cuando los resultados lo requieran y éste lo autorice

Art 20.- se contará con el consentimiento informado que es el acuerdo por escrito, mediante el cual el sujeto de investigación autoriza su participación en la investigación, con pleno conocimiento de la naturaleza. De los procedimientos y riesgos a los que se someterá, con la capacidad de libre elección y sin coacción alguna.

La privacidad de los datos de los pacientes esta resguardada por la base de datos del hospital regional "Lic. Adolfo López Mateos" del ISSSTE, CDMX.

Los autores declaramos que no tenemos conflictos de interés con los fármacos utilizados, compañías y pacientes.

ANEXOS

Hoja de recolección de datos.

Formulario de recolección de datos	
nombre	
edad	
sexo	
peso	
talla	
índice de masa corporal	

Signos Vitales			
	pre quirúrgica	postquirúrgico inmediato	postquirúrgico 24 horas
frecuencia cardiaca			
Presión arterial sistólica (PAS)			
Presión arterial diastólica (PAD)			
Presión arterial media (PAM)			
frecuencia respiratoria			

clasificación de ASA	riesgo
I	
II	
III	

Espirometría	preoperatorio	postoperatorio
normal		
patrón restrictivo		
patrón obstructivo		

Radiografía de tórax	normal	anormal
radiografía de tórax pre quirúrgica		
radiografía de tórax postquirúrgica		

Oximetría de pulso	
oximetría de pulso pre quirúrgica	
oximetría de pulso postoperatorio inmediato	
oximetría de pulso 24 horas postoperatorio	

Gases arteriales	tras operatorio	postoperatorio inmediato
pH		
saturación arterial de O ₂ (SO ₂)		
saturación arterial de CO ₂ (SCO ₂)		
bicarbonato (HCO ₃)		
exceso de bases (BE)		

Hora	inicial	Post inmediato	Post 24h
frecuencia cardiaca			
tensión arterial			
Oximetría de pulso			

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo, _____ he leído y comprendido la información anterior y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria. He sido informado y entiendo que los datos obtenidos en el estudio pueden ser publicados o difundidos con fines científicos. Convengo en participar en este estudio de investigación.

Recibiré una copia firmada y fechada de esta forma de consentimiento.

Firma del participante o del padre o tutor Fecha

Testigo 1 Fecha

Testigo 2 Fecha

Esta parte debe ser completada por el Investigador (o su representante):

He explicado al Sr(a). _____ la naturaleza y los propósitos de la investigación; le he explicado acerca de los riesgos y beneficios que implica su participación. He contestado a las preguntas en la medida de lo posible y he preguntado si tiene alguna duda. Acepto que he leído y conozco la normatividad correspondiente para realizar investigación con seres humanos y me apego a ella.

Una vez concluida la sesión de preguntas y respuestas, se procedió a firmar el presente documento.

Firma del investigador Fecha

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Hedenstierna G, Edmark L. The effects of anesthesia and muscle paralysis on the respiratory system. *Intensive Care Med.* 2005; 31:1327-1335.
2. Dresse Caroline, Jean L. Joris, Gregory A. Hans. Mechanical ventilation during anaesthesia: Pathophysiology and clinical Implications. *Trends in Anaesthesia and Critical Care.* 2012. V2:71e75.
3. Amato M, Barbas C, Medeiros D, Schettino G, Filho G, Kairalla R, et al. Beneficial effects of the “open lung approach” with low distending pressures in acute respiratory distress syndrome. A prospective randomized study on mechanical ventilation. *Am J of Respir and Crit Care Med.* 1995; 152:1835-1846
4. The Acute Respiratory Distress Syndrome Network. Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med.* 2000; 342:1301-1308.
5. Futier Emmanuel, and Samir Jaberc. Lung-protective ventilation in abdominal surgery. *Curr Opin Crit Care* 2014, 20:426–430.
6. Valenza Franco, Giorgio Chevallard, MD, Tommaso Fossali, MD, Valentina Salice, MD, Marta Pizzocri, MD, Luciano Gattinoni, MD. Management of mechanical ventilation during laparoscopic surgery. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology* 24.2010. 227–241.
7. Neto Ary Serpa M.D., M.Sc., Ph.D. et als. Protective versus Conventional Ventilation for Surgery. A Systematic Review and Individual Patient Data Meta-analysis. *Anesthesiology* 2015; 123:66-78.
8. Tol Govind, James Palmer. Principles of mechanical ventilation. *Anaesthesia and Intensive Care Medicine.* 2010.11:4.
9. Grace PA, Quereshi A, Coleman J, Keane R, McEntee G, Broe P, Osborne H, Bouchier-Hayes D. Reduced postoperative hospitalization after laparoscopic cholecystectomy. *Br J Surg* 1991; 78: 160–2.
10. Joris J, Cigarini I, Legrand M, Jacquet N, De Groote D, Franchimont P, Lamy M. Metabolic and respiratory changes after cholecystectomy performed via laparotomy or laparoscopy. *Br J Anaesth* 1992; 69: 341–5.
11. Klopfenstein CE, Schiffer E, Pastor CM, Beaussier M, Francis K, Soravia C, Herrmann FR. Laparoscopic colon surgery: unreliability of end-tidal CO₂ monitoring. *Acta Anaesthesiol Scand* 2008; 52: 700–7.
12. Nguyen NT, Anderson JT, Budd M, Fleming NW, Ho HS, Jahr J, Stevens CM, Wolfe BM. Effects of pneumoperitoneum on intraoperative pulmonary mechanics and gas exchange during laparoscopic gastric bypass. *Surg Endosc* 2004; 18: 64–71.
13. Oikkonen M, Tallgren M. Changes in respiratory compliance at laparoscopy: measurements using side stream spirometry. *Can J Anaesth* 1995; 42: 495–7.
14. Fahy BG, Barnas GM, Nagle SE, Flowers JL, Njoku MJ, Agarwal M. Changes in lung and chest wall properties with abdominal insufflation of carbon dioxide are immediately reversible. *Anesth Analg* 1996; 82: 501–5.
15. Duggan M, Kavanagh BP. Pulmonary atelectasis: a pathogenic perioperative entity. *Anesthesiology* 2005; 102: 838–54.
16. Bures E, Fusciardi J, Lanquetot H, Dhoste K, Richer JP, Lacoste L. Ventilatory effects of laparoscopic cholecystectomy. *Acta Anaesthesiol Scand* 1996; 40: 566–73.
17. Meininger D, Byhahn C, Mierdl S, Westphal K, Zwissler B. Positive end-expiratory pressure improves arterial oxygenation during prolonged pneumoperitoneum. *Acta Anaesthesiol Scand* 2005; 49: 778–83.
18. Sandbu R, Birgisdottir B, Arvidsson D, Sjostrand U, Rubertsson S. Optimal positive end-expiratory pressure (PEEP) settings in differential lung ventilation during simultaneous unilateral pneumothorax and laparoscopy: an experimental study in pigs. *Surg Endosc* 2001; 15: 1478–83.
19. Thompson JS¹, Baxter BT, Allison JG, Johnson FE, Lee KK, Park WY. Temporal patterns of postoperative complications. *Arch Surg.* 2003 Jun; 138(6):596-602; discussion 602-3.

20. Severgnini P., Selmo G., Lanza Ch., Chiesa A., Frigerio A., Bacuzzi A.,...and Pelosi P. Protective Mechanical Ventilation during General Anesthesia for Open Abdominal Surgery Improves Postoperative Pulmonary Function. *Anesthesiology* 2013; 6:118.
21. Vargas M., Brunetti I., Pelosi P. Protective mechanical ventilation during general anaesthesia. *Trends in Anaesthesia and Critical Care* 2013; 3:77e81.
22. Whalen FX, Gajic O, Thompson GB, Kendrick ML, Que FL, Williams BA, et al. The effects of the alveolar recruitment maneuver and positive end-expiratory pressure on arterial oxygenation during laparoscopic bariatric surgery. *Anesth Analg* 2006; 102:298e305.
23. Neumann P, Rothen HU, Berglund JE, Valtysson J, Magnusson A, Hedenstierna G. Positive end-expiratory pressure prevents atelectasis during general anaesthesia even in the presence of a high inspired oxygen concentration. *Acta Anaesthesiol Scand* 1999; 43:295e301.
24. Talab HF, Zabani IA, Abdelrahman HS, Bukhari WL, Mamoun I, Ashour MA, et al. Intraoperative ventilatory strategies for prevention of pulmonary atelectasis in obese patients undergoing laparoscopic bariatric surgery. *Anesth Analg* 2009; 109:1511e6.
25. Reinius H, Jonsson L, Gustafsson S, Sundbom M, Duvernoy O, Pelosi P, et al. Prevention of atelectasis in morbidly obese patients during general anesthesia and paralysis: a computerized tomography study. *Anesthesiology* 2009; 111: 979e87.
26. Ramos Gilson Cassem; Pereira Edísio; Neto Salustiano Gabriel; Chaves de Oliveira Enio. Pulmonary function after laparoscopic cholecystectomy and abbreviated anesthetic-surgical time. *Rev. Col. Bras. Cir.* July/Aug. 2009- vol.36 no.4.
27. Burgos Ana María, Csendes Attila, Burdiles Patricio, Altuve Juan, López Yaira. Función pulmonar pre y post operatoria en bypass gástrico laparotómico y laparoscópico por obesidad mórbida. *Rev. Chilena de Cirugía.* Diciembre 2008 Vol 60 - Nº 6; pág. 516-523.
28. Joris J, Hingue V, Laurent P, Desaive C, Lamy M. Pulmonary function and pain after gastroplasty performed via laparotomy or laparoscopy in morbidly obese patients. *Br J Anaesth.* 1998; 80: 283-288.
29. Joris J, Kabba A., Lamy M. Postoperative spirometry after laparoscopic for lower abdominal or upper abdominal surgical procedures. *B J Anesth.* 1997; 79: 422-426.
30. Gattinoni L, Pelosi P, Crotti S, Valenza F: Effects of positive end-expiratory pressure on regional distribution of tidal volume and recruitment in adult respiratory distress syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 1995; 151:1807–14.
31. Brismar B, Hedenstierna G, Lundquist H, et al. Pulmonary densities during anesthesia with muscular relaxation--a proposal of atelectasis. *Anesthesiology* 1985; 62:422-8.
32. Neumann P, Rothen HU, Berglund JE, et al. Positive end-expiratory pressure prevents atelectasis during general anaesthesia even in the presence of a high inspired oxygen concentration. *Acta Anaesthesiol Scand* 1999; 43:295-301.
33. Tokics L, Hedenstierna G, Strandberg A, et al. Lung collapse and gas exchange during general anesthesia: effects of spontaneous breathing, muscle paralysis, and positive end-expiratory pressure. *Anesthesiology* 1987; 66:157-67.

Dr. Daniel Andrés Castillo Castillo: Realizó, ejecutó el proyecto de investigación y realizó el manuscrito final.

Conflicto de intereses: El autor declaran no tener conflicto de intereses.