

Modificaciones Hemodinámicas Durante Colecistectomía Laparoscópica Obtenidas Por Bio-Impedancia Eléctrica Transtorácica (BET)

Enrique A. Lanza Valladares*, Andrés Loaiza**, Horacio Olivares[§], Hilario Genoves[¶]

RESUMEN

La colecistectomía por vía laparoscópica se ha constituido en un método quirúrgico ampliamente difundido que reduce riesgos importantes y estancia hospitalaria al paciente, pero que no está exenta de producir alteraciones a diferentes niveles, principalmente las ocasionadas por el pneumoperitoneo. En el presente estudio se analizan los cambios ocurridos a nivel hemodinámico durante el pneumoperitoneo en 10 pacientes ASA I y II sometidos a colecistectomía laparoscópica, en los que se midió por bioimpedancia eléctrica transtorácica (BET) la frecuencia cardíaca (FC), tensión arterial media (TAM), índice cardíaco (IC), índice de resistencias vasculares sistémicas (IRVS), precarga y la fracción de eyección (FE), antes, durante y después del pneumoperitoneo, obteniéndose cambios significativos en todos los pacientes en la mayoría de los parámetros hemodinámicos, lo cual puede establecerse como un factor de riesgo importante en sujetos susceptibles y deberá tomarse en cuenta para dicha intervención.

Palabras clave: Bioimpedancia eléctrica transtorácica (BET), colecistectomía laparoscópica, parámetros hemodinámicos, pneumoperitoneo, anestesia.

SUMMARY

HEMODYNAMIC CHANGES IN PATIENTS UNDERGOING LAPAROSCOPIC CHOLECYSTECTOMY: MEASUREMENT BY TRANSTHORACIC ELECTRICAL BIOIMPEDANCE (TEB)

* Residente II de Anestesiología, ** Residente I de Anestesiología, [§] Médico Anestesiólogo Adscrito al Servicio de Anestesiología. [¶] Jefe del Departamento de Anestesiología Hospital ABC. Departamento de Anestesia, Hospital ABC. México D.F. Correspondencia: Enrique A. Lanza Valladares. Departamento de Anestesiología, Hospital ABC. Sur 136 # 116, Col. Las Américas, Del. Alvaro Obregón, México DF 01120.

Laparoscopic cholecystectomy has become a widely used surgical method that has reduce significant risks and prolonged hospital interment, but is not exempt from producing alterations at different levels, principally those associated to pneumoperitoneum. The present study analyzes the changes occurred at the hemodynamic level during pneumoperitoneum in 10 patients ASA I and II that were submitted to laparoscopic cholecystectomy in whom heart rate (HR), medium arterial pressure (MAP), cardiac index (CI), vascular systemic resistance index (VSRI), pulmonary vascular resistance (PVR), and ejection fraction (EF) were measured by Transthoracic Electrical Bioimpedance (TEB), before, during and after pneumoperitoneum, observing significant changes in all patients in the majority of hemodynamic parameters which could establish itself as a factor of significant risk in susceptible subjects and should be taken in account for the procedure.

Key Words: Transthoracic Electrical Bioimpedance, Laparoscopic Cholecystectomy, Pneumoperitoneum, hemodynamic parameters, anesthesia.

La colecistectomía laparoscópica ha sido rápidamente aceptada como una alternativa a la laparotomía tradicional en el manejo de la coledolitiasis. La técnica fue descrita por primera vez en Francia por Phillip Mouret en 1988 y posteriormente popularizada en los Estados Unidos por Reddick y Olsen. Dentro de los beneficios de la colecistectomía laparoscópica sobre la colecistectomía abierta tradicional se han descrito los siguientes: se minimiza la incisión abdominal, preserva la función del diafragma y la función pulmonar, menor incidencia de íleo postoperatorio, deambulación temprana, corta estan-

cia intrahospitalaria y regreso a las actividades normales y laborales más tempranamente. Las complicaciones más frecuentemente asociadas son: infección en el sitio de inserción del trocar a nivel umbilical y de lesión de la vía biliar y de la arteria cística¹.

Sin embargo, a pesar de la menor incidencia de complicaciones desde el punto de vista de la cirugía, aún siguen siendo importantes los cambios en los parámetros hemodinámicos y respiratorios producidos por la insuflación de la cavidad peritoneal con CO₂ y cambios de posición durante el procedimiento, teniendo cuatro causas potenciales en los cuales ocurren la mayoría de los cambios hemodinámicos: el inicio de la posición de Trendelenburg, la creación de pneumoperitoneo, la absorción potencial del CO₂ y durante la reversión de la posición de Trendelenburg. Los efectos de la gravedad tienen repercusión en el sistema cardiovascular y pulmonar. La posición de Fowler mejora la función diafragmática y el estado respiratorio, mientras que la posición de Trendelenburg mejora el retorno venoso y el gasto cardíaco, aunque esto también ha sido influenciado por los grados de posición de la cabeza hacia abajo, por la edad, el estado del volumen intravascular, enfermedades cardíacas asociadas, drogas anestésicas administradas, las técnicas de ventilación, a la presión intra abdominal obtenida durante el pneumoperitoneo y el CO₂ absorbido y factores humorales que incrementan la resistencia vascular sistémica (RVS) tales como las catecolaminas, prostaglandinas, el sistema renina-angiotensina y vasopresina, siendo esta la más importante, ya que aumenta 5 veces más en pacientes con insuflación intra abdominal con presión mayor de 10 mmHg, correlacionado directamente con el aumento de la presión intratorácica y presión transmural de la aurícula derecha^{2,3}. La elevación del diafragma por la presión intraperitoneal, aumenta la presión intratorácica impidiendo el llenado del ventrículo izquierdo, así como por acción directa de compresión sobre la vena cava inferior y la compresión de la aorta abdominal contribuyendo al aumento de la postcarga, lo cual se traduce en un incremento a nivel de la presión de la vena femoral paralelo al incremento de la presión intra abdominal cuando esta es mayor de 10 mmHg^{2,4}.

Los estudios en los pacientes con laparoscopia ginecológica han demostrado que tienen menores cambios hemodinámicos con presiones intra abdominales de insuflación de CO₂ que no exceden los 18 mmHg en comparación con los procedimientos en posición de Fowler (colecistectomía), en estos, se han reportado disminuciones de el índice cardíaco (IC) de un 20 -

50%, con un aumento en la presión arterial media (TAM) del 30 - 35%, resistencias vasculares sistémicas (RVS) del 65% y resistencias vasculares pulmonares (RVP) del 90%, con una disminución del retorno venoso (RV) y una caída en la presión de la aurícula derecha (PAD) y en la presión de oclusión de la arteria pulmonar (PAOP) que varía de unos 'estudios a otros'¹⁻³.

Pocos han sido los estudios de laparoscopia en los pacientes con alto riesgo cardíaco, sin embargo se ha descrito que la laparoscopia representa un estrés hemodinámico mucho mayor y que son más susceptibles a la hipercarbia y acidosis que aquellos pacientes con función cardiopulmonar normal, por lo que se ha recomendado utilizar en ellos medición de gasto cardíaco (GC) con técnicas invasivas y menores presiones de pneumoperitoneo^{5,6}.

La mayoría de los estudios, que han registrado los cambios hemodinámicos durante la colecistectomía laparoscópica, han sido realizados a través de la técnica de medición de GC por temodilución (TD), siendo esta una técnica invasiva, por lo que se han buscado otros métodos alternativos de medición de GC no invasivos, como ecocardiografía transesofágica (ETE) y bioimpedancia eléctrica transtorácica (BET). Por ETE los cambios hemodinámicos encontrados por Cunningham et al⁷, con la creación del pneumoperitoneo se asociaron a un aumento en la tensión de la pared de el ventrículo izquierdo al final de la sístole concomitantemente con un aumento en la presión arterial sistémica y de la presión pico de la vía aérea, disminución en el índice de precarga ventricular izquierda, reflejando un efecto gravitacional en el retorno venoso, así como una disminución del área del ventrículo izquierdo al final de la diástole después de que se revirtió la posición de Trendelenburg. También se especula que el incremento de la presión intraperitoneal tiene dos efectos opuestos en el sistema cardiovascular, quizá desplaza volumen fuera de los órganos abdominales y de la vena cava inferior al

Cuadro I
Datos generales de los pacientes

Edad (años)	47.6 ± 17.08 (23 - 70)
Peso (kg)	70.7 ± 18.05 (47 - 100)
Talla (cm)	164 ± 9.55 (155 - 179)
ASC*	1.74 ± 0.25 (1.43 - 1.99)
Sexo (M/F)	3/7

* Área de Superficie Corporal

Cuadro II
Parámetros hemodinámicos de los pacientes bajo Bioimpedancia Eléctrica Transoperatoria

	Antes de Cirugía	5 min	15 min	30 min	Después de Cirugía
FC (lat/min)	77.1 ± 19.4	90.9 ± 18.5	88.2 ± 21.4	84.3 ± 21.4	85.4 ± 13.9
TAM (mmHg)	94 ± 14.1	102 ± 9.04	88.3 ± 14.7	92.8 ± 21.4	98.5 ± 14.9
IC (L/min/m ²)	3.78 ± 0.86	2.58 ± 0.80*	2.63 ± 0.74*	2.65 ± 0.83*	3.71 ± 0.96
IDF (ml/m ²)	90.4 ± 26.9	60.3 ± 17.6*	59.4 ± 17.8*	62.2 ± 16.5**	82.1 ± 35
IRVS (d/seg/cm-5)	1984 ± 560	3292 ± 1056*	2759 ± 843**	2884 ± 840**	181 ± 645
FE (%)	60.4 ± 5.60	48.4 ± 9.25*	50.9 ± 5.83**	52.2 ± 8.35**	59.3 ± 7.64

* p < 0.008, ** p < 0.05

reservorio venoso central y envía la sangre a las extremidades, para así disminuir el volumen sanguíneo central⁷). Debido a las limitaciones técnicas, económicas y de recursos humanos, este método no se recomienda para uso rutinario.

La determinación del volumen sistólico por BET se describió a partir de los 60's. Esta técnica se basa en la observación de que el flujo sanguíneo en la aorta torácica puede ser cuantificado por una evaluación continua de la impedancia de una corriente eléctrica alterna aplicada en el tórax. Se requiere solamente de 4 pares de electrodos aplicados a cada lado de cuello y tórax. Un electrodo de cada par emite la corriente, mientras que los otros miden el voltaje, permitiendo el cálculo de la impedancia, dependiente de el peso y talla del paciente, para crear un cono troncal eléctrico del volumen torácico. El funcionamiento adecuado del sistema se establece en sincronía con el trazo electrocardiográfico del paciente. De esta manera pueden ser medidos la frecuencia cardíaca (FC), IC, volumen sistólico (VS), RVS, fracción de eyección (FE), precarga, contenido de fluidos torácicos e índice de trabajo del ventrículo izquierdo (ITVI)^{8,9}. Los cambios hemodinámicos durante la colecistectomía laparoscópica han sido medidos por BET y correlacionados en diferentes estudios con la técnica de termodilución encontrándose valores similares por ambos métodos, principalmente en pacientes con estado físico ASA I y II, por lo que ha sido sugerido como un método alternativo para la medición continua del GC y el VS¹⁰. Sin embargo, esta técnica ha demostrado tener ciertas limitaciones, principalmente en pacientes con pobre función ventricular (FE < 40%)¹¹ en postoperados de revascularización coronaria^{12,13} y en

pacientes con sépsis¹⁴. Otros factores que disminuyen la determinación del GC por BET en comparación con el GC por TD incluyen: colocación inapropiada de los electrodos, obesidad, marcapasos, FC > 150 latidos por minuto, arritmias, cirugía de la aorta, valvulopatías (insuficiencia mitral y tricuspídea), anomalías anatómicas, derrames pleurales, deshidratación, EPOC, cambios en el hematócrito (anemia y policitemia)¹⁵ y uso de electrocauterio.

El objetivo del presente trabajo, es evaluar la utilidad del sistema de bioimpedancia eléctrica transtorácica (BET) en pacientes sometidos a procedimientos quirúrgicos por laparoscopia

MATERIAL Y METODOS

En el presente estudio se analizaron 10 pacientes adultos, ASA I - II, 7 pacientes del sexo femenino y 3 pacientes del sexo masculino, con edades comprendidas entre los 18 y 70 años sometidos a colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general con el consentimiento previo de los pacientes, excluyéndose aquellos con enfermedades cardiovasculares, pulmonares, con peso mayor del 20% del ideal, arritmias, anemia, anomalías anatómicas y alteraciones hidroelectrolíticas y del estado ácido-base. La monitorización transoperatoria incluyó: presión arterial no invasiva, capnografía, oximetría de pulso, estimulador de nervio periférico y Electrocardiografía en DII. Posteriormente, se procedió a colocar los electrodos de bioimpedancia (BoMed NCCOM3-R7S), según la técnica descrita por el fabricante. Se utilizó una técnica anestésica estándar, realizándose la inducción con tiopental sódico 3-5 mg/kg, fentanyl 3 - 5 µg/kg y

atracurio de 0.3 - 0.5 mg/kg para la intubación endotraqueal y la relajación durante la cirugía. El mantenimiento de la anestesia se llevó a cabo con Isoflurano 0.5 - 1.2%, oxígeno al 100% y dosis adicionales de fentanyl de 1-2 µg/kg a requerimiento. Los pulmones fueron ventilados con un volumen corriente de 10 ml/kg a una frecuencia de 10 respiraciones/minuto. El ETCO₂ se mantuvo entre 30 - 40 mmHg utilizando un circuito semicerrado con absorbedor de CO₂. La cavidad peritoneal se insufló con CO₂ manteniéndose una presión de 15 mmHg durante el procedimiento. Se midieron los parámetros hemodinámicos por bioimpedancia antes de la inducción, durante la inducción, a los 5, 15, y 30 minutos del pneumoperitoneo y después de la cirugía. El análisis de los datos estadísticos se realizó mediante la t de student considerando como significativo $p < 0.05$, tomando como grupo control la toma de los parámetros hemodinámicos antes de la cirugía (basales) y como grupo en estudio, cada una de las mediciones realizadas durante y después de la cirugía. Todas las variables hemodinámicas fueron almacenadas en una base de datos, previamente instalada en una computadora IBM compatible con el sistema.

RESULTADOS

Los datos generales de los pacientes se relatan en el Cuadro Y. La inducción de la anestesia no produjo variaciones hemodinámicas importantes. La instauración del pneumoperitoneo no alteró la FC y la TAM. Sin embargo, sí produjo en todos los pacientes una disminución en el IC a los 5 min, (2.68 ± 0.80 , $p < 0.008$, 30%) a los 15 min (2.63 ± 0.74 , $p < 0.005$, 30.4%) y a los 30 min (2.65 ± 0.83 , $p < 0.008$, 29.8%). La precarga, (medida por el índice diastólico final, IDF) también mostró alteraciones de 33.2 % a los 5 min ($p < 0.008$), a los 15 min con 34.2% ($p < 0.007$) y 31.3% a los 30 min. En el IRVS se produjo un incremento a los 5, 15 y 30 minutos ($p < 0.003$); en cuanto a la FE, se produjo una disminución del 19.8% a los 5 min ($p < 0.002$), a los 15 min del 15.7% ($p < 0.001$) y a los 30 min del 13.5% ($p < 0.01$). Todos los parámetros hemodinámicos retomaron a sus valores basales después de la cirugía (Cuadro II).

DISCUSION

De los datos anteriores, podemos inferir que hubo modificaciones significativas principalmente en el IC, IDF, IRVS y en la FE, durante la insuflación del pneumoperitoneo a 15 mmHg, estos cambios se man-

tuvieron constantes durante un período de 30 min lo cual, concuerda con estudios previos, donde se ha descrito que los mayores cambios hemodinámicos suceden dentro de este período de tiempo²⁻⁴. La FC y la TAM no se modificaron en forma significativa, a pesar del incremento en las RVS, esto generalmente va aparejado, como resultado fisiológico. En colecistectomía laparoscópica, esto no se ha observado. Critchley y cols³ y Joris y cols¹⁰, han sugerido que el aumento en la RVS es independiente a la absorción de CO₂ y a la estimulación quirúrgica, debido a que ocurre en los primeros minutos del pneumoperitoneo, y lo asocian, a un mecanismo reflejo debido a la distensión abdominal, así como a liberación de sustancias neurohumorales, tales como la vasopresina y que la caída del IC es debido más al incremento de las resistencias vasculares sistémicas, que a la disminución del retorno venoso^{3,10}. Después de este tiempo crítico (5 a 30 min), los cambios hemodinámicos, son en cierta medida, regulados por las propiedades vasodilatadoras de los anestésicos inhalados principalmente Isoflurano. Los cambios hemodinámicos medidos por bioimpedancia eléctrica transtorácica, han demostrado ser un método no invasivo aceptable, en el transoperatorio de pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica. Estos cambios cardiovasculares, no parecen tener grandes repercusiones en pacientes sanos, sin embargo, en aquellos con función cardiovascular comprometida, su monitorización se hace mandatoria y la BET podría ser un método alternativo, de medición de Gasto Cardíaco continuo.

CONCLUSION

La instauración del pneumoperitoneo, durante colecistectomía laparoscópica, produjo una disminución en el IC de un 30%, en la precarga de 33-34%, en la FE del 13 - 20% y un aumento en el IRVS de un 28 - 40%, medidos por bioimpedancia eléctrica transtorácica (BET).

REFERENCIAS

1. Cunningham AJ, Brul L, Sorin J. Laparoscopic Cholecystectomy: Anesthetic Implications. *Anesth Analg*. 1993; 76:1067-1071.
2. Westerband A, Van De Water J, Amzallag M, Lebowitz P, Nwasakwa ONC, Abou - Taleb A, Wang X, Wise L. Cardiovascular changes during laparoscopic cholecystectomy. *Surg Gynecol Obstet* 1992;175: 535-538.
3. Joris JL, Noirot DP, Legrand MJ, Jacquet NJ, Lamy ML. Hemodynamic changes during laparoscopic cholecystectomy. *Anesth Analg* 1993; 76:1067-1071.
4. Millard JA, Hill BB, Cook PS, Fenoglio ME, Stahlgren LH. Intermittent

- sequential pneumatic compression in prevention of venous stasis associated with pneumoperitoneum during laparoscopic cholecystectomy. *Arch Surg* 1993;108: 914-919.
5. Safran D, Sgambati S, Orlando III R. Laparoscopy in high-risk cardiac patients. *Surgery Gynecol Obstet* 1993; 176, 548-554.
6. Iwase K, Takenaka H, Yagura A, Ishizaka T, Ohata T, Takagaki M, Oshima O. Hemodynamic changes during laparoscopic cholecystectomy in patients with heart disease. *Endoscopy* 1992; 24:771-773.
7. Cunningham AJ, Turner J, Rosenbaum S, Rafferty T. Transoesophageal echocardiographic assessment of haemodynamic function during laparoscopic cholecystectomy. *Br J Anaesth* 1993;70: 621-625.
8. Civetta JM, Taylor RW, Kirby RR. Textbook of Critical care, 2nd ed. Philadelphia: J. B. Lippincott company, 1992. p.p.306-308.
9. Ramsay JG. Continuous cardiac output: myth or reality? *Can J Anaesth* 1993; 40:98-102.
10. Critchley LAH, Critchley JAJH, Gin T. Haemodynamic changes in patients undergoing laparoscopic cholecystectomy: measurement by transthoracic electric bioimpedance. *Br J Anaesth* 1993;70: 681-683.
11. Woo MA, Hamilton M, Stevenson LW. Comparison of thermodilution and transthoracic electrical bioimpedance cardiac outputs. *Heart and lung*. July 1991, Vol 20, No. 4, 357-362.
12. Thomas AN, Ryan J, Doran BRH, Pollard BJ. Bioimpedance versus thermodilution cardiac output measurement: the Bombed NCCOM3 after coronary bypass surgery. *Intensive Care Med* 1991;17:383-386.
13. Sageman WS, Dennis E, Amundson DO. Thoracic electrical bioimpedance measurement of cardiac output in post aorto coronary bypass patients. *Cr Car Med* 1993; 21:8:1139-1142.
14. Young JD, McQuilla N. Comparison of thoracic electrical bioimpedance and thermodilution for the measurement of cardiac index in patients with severe sepsis. *Br J Anaesth* 1993; 70: 58-62.
15. Thomas AN, Vohra A, Pollard B. The effect of haematocrit on transthoracic electrical impedance and on the calculation of cardiac output by an impedance cardiograph. *Intensive Care Med* 1991;17:178-180.