

Monitoreo hemodinámico en pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica, medido por bioimpedancia en el Hospital General «Las Américas» Ecatepec, Edo. de México

Dra. Gloria Caballero-Martínez,* Dra. Juana Olivia Hernández-Rivera,** Dr. Felipe de Jesús-Montelongo,*** Dr. Fernando Fuentes-Páez,**** Dr. Juan Manuel Soto-Carrillo,***** Dr. Juan Carlos Sánchez-Mejía,***** Dr. Jorge Rafael Pallares-Fajardo,***** Dr. Alberto Velázquez-Díaz**

* Médico Especialista en Anestesiología en el Hospital General «Las Américas» SS. Ecatepec, Estado de México.

** Médico Especialista en Anestesiología Pediátrica en el Hospital General «Las Américas» SS. Ecatepec, Estado de México.

*** Medicina del Enfermo en Estado Crítico. Jefe de Terapia Intensiva en el Hospital General «Las Américas» S.S. Ecatepec, Estado de México.

**** Anestesiólogo y Medicina del Enfermo en Estado Crítico en el Hospital General Núm. 72 IMSS, Grupo Ángeles, Hospital Español de México.

***** Médico Especialista en Anestesiología en el Hospital General «Las Américas» SS. Ecatepec, Estado de México.

Solicitud de sobretiros:

Dr. Fernando Fuentes-Páez
Anestesiólogo Grupo Ángeles
Pedro Ramírez del Castillo Núm. 122,
Col. Xochimilco,
Del. Xochimilco, 16000, México, D.F.
Cel: 0445554527762.
E-mail: ferfuentesmx@yahoo.com.mx

Recibido para publicación: 19-10-2015

Aceptado para publicación: 06-11-2015

Este artículo puede ser consultado en versión completa en
<http://www.medigraphic.com/rma>

RESUMEN

La cirugía laparoscópica ha constituido un paso transcendental para lograr una recuperación más rápida, si bien se logran beneficios con su ejecución, no está exenta de complicaciones. Cambios en los parámetros hemodinámicos y ventilatorios de los pacientes tras la insuflación de CO₂ en la cavidad abdominal (neumoperitoneo), por lo que nos hemos dado a la tarea de realizar el monitoreo hemodinámico a través de la bioimpedancia transtorácica. El objetivo fue identificar el efecto del neumoperitoneo con CO₂ en la hemodinamia. Se analizaron los resultados de 42 pacientes, cuyas edades oscilaron entre 16 y 84 años dentro de la clasificación de ASA de 1 a 3 con un monitor marca NICCOMO-Bioz. Las variables analizadas fueron: frecuencia cardíaca, presión arterial sistólica, presión arterial diastólica, presión arterial media, gasto cardíaco, índice cardíaco, resistencias vasculares sistémicas, índice de resistencias vasculares sistémicas, volumen sistólico, índice de volumen sistólico, índice de trabajo de ventrículo izquierdo, índice de aceleración de la aorta y contenido de fluido torácico. Se realizó un estudio descriptivo, observacional y prospectivo, utilizando como método estadístico la prueba T pareada para analizar las diferencias obtenidas en el estudio. Los resultados fueron que durante el neumoperitoneo hubo un ligero aumento de las RVS, y simultáneamente un descenso del volumen sistólico, que se acompañó de una disminución del GC e IC, no hubo aumento mayor de estos parámetros en la posición de decúbito lateral izquierdo, ya que con dicha posición se mejora el retorno venoso y la precarga.

Palabras clave: Parámetros hemodinámicos, neumoperitoneo, bioimpedancia transtorácica, colecistectomía laparoscópica.

SUMMARY

Laparoscopic surgery in cholecystectomy has been an important step to achieve a quicker recovery as well as a better cost-benefit relationship. This technique even though it's considered safe; we have demonstrated that while benefits are achieved with its use, it's not free of complications. Our literature review, as well as our experience, has shown us the significant changes occurring in the hemodynamic and ventilatory parameters in patients. That's way we have taken the task of doing a hemodynamic monitoring through transthoracic bio

impedance. Our goal was to determine the effect of carbon dioxide pneumoperitoneum in hemodynamics. We analyzed 42 patients with a NICCOMO-Bioz Brand name monitors, whose ages ranged between 16 a 84 years old, within the ASA classification from 1 through 3. The variables analyzed were the following: heart rate, systolic blood pressure, diastolic blood pressure, mean arterial pressure, cardiac output, cardiac index, systemic vascular resistance, systemic vascular resistance index, systolic volume, systolic volume index, work index of left ventricle, accelerating rate aorta, thoracic fluid content. We also into account other important parameters such as weight, size y area of body surface Bioimpedancia the team needed him to throw the aforementioned variables. An descriptive, observational and prospective study was conducted as statistical method using the paired t test to analyze the differences obtained in the study. The results were that for the pneumoperitoneo was a slight increase in systemic vascular resistance and simultaneously a decrease of systolic volume, with a decrease of cardiac output and cardiac index, but there was not an increase of these parameters during a left lateral decubitus position, because with such position venous return and afterload it is improved.

Key words: Hemodynamic parameters, pneumoperitoneum, transthoracic bio impedance, laparoscopic cholecystectomy.

INTRODUCCIÓN

El empleo de medios de monitorización cardiovascular en el período perioperatorio aporta una seguridad imprescindible para la realización de intervenciones quirúrgicas y/o anestésicas, por eso, esta monitorización forma parte de las recomendaciones sobre la buena práctica médica. La complejidad de la monitorización aplicada depende tanto del estado del paciente como del tipo de intervención quirúrgica y una de las principales funciones del anestesiólogo es descubrir y corregir las alteraciones cardiovasculares que se producen a lo largo de la anestesia y de la cirugía y contribuir a disminuir la morbilidad operatoria. La bioimpedancia transtorácica⁽¹⁾ fue implementada en 1940 por Nyboer⁽²⁾, quien utilizó la resistencia de la sangre y la longitud del tórax para medir y establecer una relación entre ellas y actualmente con la tecnología existente se ha desarrollado la última generación de monitores caracterizada por procesamiento de señal digital⁽²⁾. Para hablar de bioimpedancia eléctrica necesitamos conocer su funcionamiento y describirla, por lo que la definiremos como «la resistencia a un flujo de corriente eléctrica alterna a través de un segmento». La bioimpedancia es dependiente de un tejido conductor, el cual está formado por el volumen intravascular compuesto por los líquidos y electrolitos, contenidos en la sangre, donde ésta tiene mejor conducción que el resto de tejidos corporales, el método de medida se basa en la inyección de una corriente eléctrica alterna de una intensidad muy pequeña, por debajo de los umbrales de percepción; esta corriente produce una tensión eléctrica que es directamente proporcional a la impedancia eléctrica del material. Los electrodos de medición se colocan de tal forma que el evento fisiológico monitorizado altere la distribución

de la densidad de corriente entre ellos, manifestándose como un cambio en la impedancia. Estas mediciones se llevan a cabo mediante cuatro dispositivos bimodales, 2 localizados en cada cara lateral del cuello y 2 en la cara lateral e inferior del tórax (Figura 1), cada dispositivo cuenta con un transmisor y un receptor, el transmisor emite una corriente eléctrica alterna de alta frecuencia (60 KHz) y de baja amplitud (4 mA), lo que elimina la posibilidad de interferencia con la actividad bioeléctrica del corazón y el cerebro.

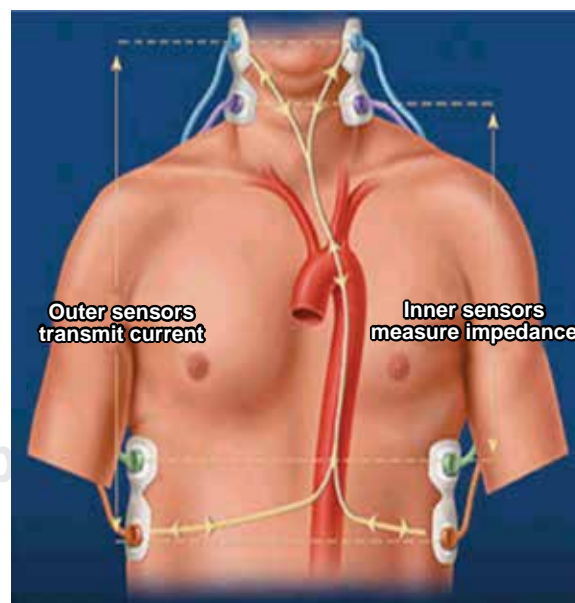


Figura 1. Utilización de equipo bioimpedancia en línea media axilar.

La bioimpedancia mide los cambios en la conductividad de cada latido cardíaco, lo que provee mediciones continuas y en tiempo real de diversos parámetros hemodinámicos; a saber: frecuencia cardíaca (FC), presión arterial sistólica (PAS), presión arterial diastólica (PAD), presión arterial media (PAM), gasto cardíaco (GC), índice cardíaco (IC), volumen sistólico (VS), índice de volumen sistólico (IVS), resistencias vasculares sistémicas (RVS), índice de resistencias vasculares sistémicas (IRVS), trabajo de ventrículo izquierdo (TVI), índice de trabajo de ventrículo izquierdo (ITVI), inyección aórtica (IA) y contenido de flujo torácico (CFT)⁽³⁾.

La bioimpedancia eléctrica (BIE) está basada en la oposición que cualquier organismo presenta al paso de una corriente eléctrica alterna, que habitualmente se emite y se recibe en los extremos de los cilindros, es decir, en la muñeca y en el tobillo indistintamente. La impedancia (Z) es el resultado de dos componentes: la resistencia (R) al paso de la corriente, que viene dada principalmente por el contenido de agua, el cual es un excelente conductor, de tal modo que cuanto mayor es su contenido, menor es la resistencia (R) y viceversa, esto permite analizar el estado de hidratación y distinguir tejidos con gran cantidad de agua, como la grasa, el pulmón o el hueso. El segundo componente es la reactancia (X_c), que determina la capacidad de las células para almacenar energía, ya que se comportan como condensadores eléctricos al paso de una corriente eléctrica, donde las membranas celulares actúan como conductores y el contenido celular actúa como dialéctico, en donde se almacena la carga una vez que se hace pasar la corriente.

Ahora hablaremos específicamente de un monitor de bioimpedancia que utilizamos en nuestro estudio: el Bioz.com (Figura 2) es un innovador dispositivo no invasivo para cardiografía de impedancia que proporciona parámetros hemodinámicos midiendo la bioimpedancia eléctrica torácica. Permite valorar el estado hemodinámico y 4 parámetros indexados. Adicionalmente permite observar tendencias del estado del paciente, medir la presión arterial de manera independiente, gracias al monitor de presión arterial integrado; ver, almacenar y revisar los datos y las ondas recopiladas e imprimir parámetros de los informes hemodinámicos. El uso de bioimpedancia contó con el respaldo de evaluaciones cardiográficas y pletismográficas de impedancia. Esto permite cuantificar la actividad mecánica del corazón (flujo sanguíneo) en vez de su actividad eléctrica⁽¹⁾. La base teórica fundamental del mecanismo implica la determinación directa de la impedancia base, los índices de velocidad y aceleración, el período pre eyección, el tiempo de eyección ventricular y la frecuencia cardíaca, estas determinaciones se emplean para el cálculo de parámetros hemodinámicos adicionales, y se basan en los tejidos biológicos, tales como, músculo, el hueso, las capas adiposas y la sangre, que tienen todas propiedades eléctricas diferentes, entre estos tejidos la sangre posee la mayor con-



Figura 2.

Monitor NICCOMO.
Bioz.com

ductividad eléctrica. Debido a la naturaleza pulsátil del flujo de la sangre arterial y a la flexibilidad de las paredes de las arterias, se producen cambios en la volemia del sistema arterial torácico, principalmente en la aorta, como consecuencia de la función ventricular, este cambio de volemia afecta la conductividad eléctrica y por ende la impedancia del tórax ante la corriente eléctrica. Los cambios de la impedancia eléctrica en el tórax se deben primordialmente a las fluctuaciones de la velocidad y volumen de la sangre en la aorta. Para medir este cambio de impedancia, el Bioz.com aplica al tórax una corriente eléctrica alterna de alta frecuencia (60 KHz) y baja amplitud (4 mA) de corriente efectiva como máximo, utilizando dos sensores en el cuello y otros dos en la línea axilar media a la altura del apéndice xifoides (Figura 1).

El uso de la corriente de alta frecuencia elimina la posibilidad de interferencias con la actividad bioeléctrica del corazón y del cerebro, al detectar y medir el cambio de la impedancia torácica en función del tiempo, el Bioz.com es capaz de calcular de forma no invasiva, el volumen sistólico, el gasto cardíaco y muchos otros parámetros hemodinámicos. Para poder entrar al sistema se necesitan añadir otros datos como son: el peso, la talla y la superficie corporal del paciente.

Por otro lado, el neumoperitoneo y la posición del paciente que se requieren para la colecistectomía por laparoscopia producen alteraciones fisiopatológicas que complican el manejo anestésico. La duración de algunas cirugías lapa-

roscópicas, el riesgo de lesiones vasculares no sospechadas y la dificultad para valorar la magnitud de la hemorragia, son factores adicionales que hacen que la anestesia para la laparoscopia sea una intervención de riesgo potencialmente alto. Es importante conocer las consecuencias fisiológicas del aumento de la presión intraabdominal, para evitar y prevenir de forma adecuada estas modificaciones, que corresponde a quien debe valorar y preparar al paciente antes de la intervención quirúrgica⁽⁴⁾.

El desarrollo tecnológico alcanzado, permite realizar con mínimo acceso, cirugías que con anterioridad requerían grandes incisiones con su elevada morbilidad y trauma para el enfermo. Junto a la evolución de los medios técnicos e instrumentales para este tipo de cirugías, también la anestesiología ha tenido que enfrentar grandes retos. La monitorización, las drogas empleadas y el manejo del paciente han sufrido modificaciones, pues a pesar de la menor incidencia de complicaciones desde el punto de vista de la cirugía, se producen cambios importantes en los parámetros hemodinámicos y respiratorios debidos a la insuflación de la cavidad peritoneal con CO₂, más el aumento de la presión intraabdominal y los cambios de posición durante el procedimiento. La anestesia general ha constituido el método de elección en estos pacientes, permitiendo al anestesiólogo un control preciso de la ventilación, con posibilidad de modificar los parámetros ventilatorios de acuerdo con las alteraciones que se puedan presentar, brindándole una opción segura y eficaz⁽⁴⁾. La anestesia general con intubación endotraqueal y ventilación controlada, constituye la técnica más segura por lo que es recomendada en los pacientes hospitalizados y en las intervenciones laparoscópicas de larga duración. Durante el neumoperitoneo, la ventilación controlada debe ajustarse de forma tal que se mantenga una PetCO₂ de alrededor de 30 a 35 mmHg, ello requiere un aumento no mayor del 15 a 25% del volumen por minuto, salvo cuando se desarrolla un enfisema subcutáneo por CO₂. En los pacientes con EPOC o con antecedentes de neumotórax espontáneo o enfisema bulloso puede ser preferible aumentar la frecuencia respiratoria en vez del volumen corriente, para evitar una mayor insuflación alveolar y reducir el riesgo de neumotórax. No parece que la elección de la técnica anestésica influya de forma importante en la evolución de los pacientes. Hay que monitorizar la presión intraabdominal (PIA) manteniéndola lo más baja posible para reducir las alteraciones hemodinámicas y ventilatorias, sin permitir que supere los 15 mmHg.

La elevación de la PIA puede evitarse si se mantiene una anestesia profunda⁽⁵⁾. Se han descrito en algunos artículos⁽⁶⁾, complicaciones como la hipotensión aguda, hipoxemia y colapso cardiovascular; las causas incluyeron incremento en el reflejo del tono vagal, compresión de la vena cava inferior que causó una disminución brusca del gasto cardíaco, hemorragias agudas y embolia gaseosa venosa. Otros cambios importantes

de la función respiratoria son: el aumento de la presión inspiratoria máxima, incremento de la presión intratorácica y de la PaCO₂, disminución de la capacidad vital y de la capacidad funcional residual⁽⁵⁾.

Los pacientes deben colocarse con gran cuidado para evitar las lesiones nerviosas, las compresas deben proteger de la compresión nerviosa, y es necesario usar férulas de hombro que deben colocarse sobre las apófisis coracoides. La posición de Fowler del paciente debe reducirse en lo posible, sin superar los 15 a 20 grados y hacerse de forma lenta y progresiva para evitar las variaciones hemodinámicas y respiratorias bruscas. Después de cada cambio de postura del paciente, debe de comprobarse la posición de la sonda endotraqueal. La creación y retirada del neumoperitoneo debe ser pausada y paulatina. La monitorización de la FC, PA, EKG, capnometría y oximetría de pulso deben ser continuas, ya que ayudan a detectar las arritmias cardíacas, no así la embolia gaseosa, el enfisema subcutáneo por CO₂ y el neumotórax que pueden llegar a presentarse.

Se anticipó que a partir del año 2000 se utilizarían técnicas laparoscópicas en 50 a 60% de los procedimientos intraabdominales. El desarrollo de imágenes tridimensionales y la introducción esperada de laparoscopios flexibles anunció una nueva era en la cirugía laparoscópica y por ende en la anestesia. Los efectos fisiológicos de la insuflación prolongada con CO₂ en una cavidad cerrada combinada con las posiciones de Fowler o Trendelenburg tienen una consecuencia importante en la función cardiopulmonar. Los problemas sobre las posibles complicaciones quirúrgicas van desde la introducción ciega de la aguja de Veress o el trocar a través de la pared abdominal, antes de introducir el laparoscopio, causando lesiones que incluyen hemorragia de vasos de la pared abdominal, perforaciones de tubo digestivo, desgarros hepáticos y esplénicos, trauma vascular mayor, arrancamiento de adherencias, alteraciones del epiplón y herniación en el sitio de inserción del trocar, así como lesión de las vías biliares.

Las complicaciones más importantes en el ámbito de la anestesiología se relacionan con los efectos cardiopulmonares por neumoperitoneo, así como absorción sistémica de CO₂, la insuflación extra peritoneal del gas y la embolia venosa gaseosa. El grado de los cambios cardiovasculares relacionados con la presión del neumoperitoneo, dependen de la interacción de ciertos factores que incluyen desde la inducción anestésica, la posición del paciente ya sea en Fowler o Trendelenburg hasta las presiones intraabdominales obtenidas durante la insuflación de CO₂⁽⁶⁾.

Nuestro trabajo de investigación con toda la evidencia científica se dio a la tarea de medir todos los parámetros hemodinámicos con la bioimpedancia y verificar lo ya descrito en la literatura⁽⁷⁾. Pudimos observar cambios importantes durante el neumoperitoneo, explicados en la literatura, en enfermos con IRC⁽⁸⁾, ICCG⁽⁹⁾, preeclampsia y eclampsia^(10,11)

pero aún más en seis tiempos distintos a saber: 1. Basal, 2. Inducción anestésica, 3. Neumoperitoneo con CO₂, 4. Posición de Fowler y decúbito lateral izquierdo, 5. Término de neumoperitoneo, y 6. Término de procedimiento anestésico-quirúrgico, logrando medir: FC, PAS, PAD, PAM, GC, IC, RVS, IRVS, VS, IS, ITCI, IA, CFT. No se cuenta con información en la literatura de estudios que nos puedan decir acerca del beneficio, la utilidad, ventajas o desventajas, acerca del monitoreo hemodinámico a través de bioimpedancia transtorácica en las colecistectomías laparoscópicas, principalmente de los cambios no solo en el neumoperitoneo, sino en los seis tiempos antes mencionados. Como ya se ha mencionado existen diferentes técnicas o métodos para la medición de variables hemodinámicas tanto invasivas, como no invasivas a saber: Medición electromagnética, técnica de termodilución, ultrasonido, medición por el método de Fick. La bioimpedancia transtorácica ocupa un lugar destacado por su sencillez, costo, inmediatez, capacidad de repetición e inocuidad para el sujeto que es sometido a examen, ya que podemos registrar la hemodinamia, que con otro método sería invasivo y más costoso, además de las complicaciones que se pueden suscitar. Se cuenta información en pacientes embarazadas^(12,13), renales, cardíacos con revascularización coronaria, pero no en pacientes con colecistectomía laparoscópica, y ya que en el Hospital General «Las Américas» de Ecatepec del Edo. de México se cuenta con este equipo, nos dimos a la tarea de estudiar su utilidad.

Objetivo: La finalidad del presente estudio fue valorar los cambios hemodinámicos a través de bioimpedancia transtorácica en pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica bajo anestesia general. Se compararon los cambios hemodinámicos en cinco tiempos con respecto al basal. Se evaluó la presión intraabdominal (PIA), así como la ETCO₂ en cada paciente y durante el neumoperitoneo en dichos enfermos.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo de tipo descriptivo, observacional y prospectivo, utilizando como método estadístico la prueba de la t pareada para analizar los cambios hemodinámicos estudió a 42 pacientes en el período comprendido de junio a agosto del 2013 que fueron sometidos a colecistectomía laparoscópica, con los siguientes criterios de inclusión: pacientes con colecistitis aguda y/o crónica programados para colecistectomía laparoscópica^(14,15); género 30 femeninos y 12 masculinos, entre 16 a 84 años de edad con una media de 38 años, peso entre 48 a 90 kg con una media de 68 kg, talla de 1.41 a 1.80 metros con una media de 1.5 metros y área de superficie corporal de 1.37 a 2 metros cuadrados con una media de 1.6 m²; clasificados dentro de la escala de ASA entre I y III, que contaran con expediente clínico completo⁽¹⁶⁾, así como el consentimiento informado

tanto del procedimiento anestésico como de la autorización de estudio del protocolo de investigación⁽¹⁷⁾.

Al ingreso a sala de quirófano se utilizó el equipo de bioimpedancia marca NICCOMO/o Bioz.com (Figura 2), colocando los electrodos en el cuello a 3 cm por debajo del lóbulo de la oreja, y en la línea media axilar entre la 11 y 12 costilla, en ambos lados (Figura 1) y se registraron las variables hemodinámicas en los seis tiempos preestablecidos: 1. Basal, 2. Inducción anestésica, 3. Neumoperitoneo con CO₂, 4. Posición de Fowler y decúbito lateral izquierdo, 5. Término de neumoperitoneo, y 6. Término de procedimiento anestésico-quirúrgico. Antes de la inducción se dio una carga de líquidos con solución Hartman o fisiológica de 10 a 15 mL × kg de peso. En la inducción anestésica se utilizó midazolam 0.02-0.05 mg × kg, fentanilo 3-5 µg × kg y lidocaína a 1 mg × kg. Propofol 2.5 mg × kg. Relajación muscular con vecuronio 100-120 µg × kg o cisatracurium 150-200 µg × kg o rocuronio 300-600 µg × kg dependiendo de la existencia en el hospital. El mantenimiento con sevoflurane 2 a 2.5 vol. % y fentanilo 1-2 µg × kg en bolo. Coadyuvantes: ondanzetrón 4 mg IV, ranitidina 50 mg IV, metoclopramida 10 mg IV. Analgesia postoperatoria con ketorolaco 60 mg + tramadol 1-2 mg × kg. En todos los casos se utilizó neumoperitoneo con CO₂ mediante técnica cerrada. La presión intraabdominal utilizada durante la cirugía osciló entre 10 a 14 mmHg. Para poder obtener un adecuado campo quirúrgico se mantuvo una presión intraabdominal promedio de 12 más menos 0.7 mmHg con valor mínimo de 10 y máximo de 14 mmHg. Y por último la capnografía con medición al final de la espiración, manteniéndose en promedio 33 + 2 con rangos de 28 a 37 mmHg, obteniéndose lo siguiente.

RESULTADOS

1. Frecuencia cardíaca. Se observó que el nivel más bajo fue de 70 lpm en la inducción anestésica, con una máxima de 87 lpm durante la extubación y manteniéndose en promedio de 75 lpm siendo estas significativas estadísticamente (Cuadro I y Figura 3).
2. Presión arterial sistólica. Se pudo observar un descenso importante durante la inducción anestésica y durante todo el acto quirúrgico, por lo que tuvo significancia estadística y recuperándose en la emersión anestésica y al final del acto quirúrgico (Cuadro II y Figura 4).
3. Presión arterial diastólica. Presentó un descenso importante desde la inducción y hasta el término del neumoperitoneo teniendo significancia estadística y recuperándose al final de la cirugía (Cuadro III y Figura 5).
4. Presión arterial media. Como consecuencia la PAM descendió durante la inducción con significado estadístico y recuperación al final del acto quirúrgico (Cuadro IV y Figura 6).

5. Gasto cardíaco. Presentó una disminución sobre todo en el momento del neumoperitoneo, pero sin ser estadísticamente significativa la diferencia (Cuadro V y Figura 7).
6. Índice cardíaco. Presentó mismo comportamiento que el GC, ya que es indexado a la superficie corporal. No siendo significativa la disminución (Cuadro VI y Figura 8).

A continuación se describirán los resultados obtenidos a lo largo del estudio con respecto a las variables evaluadas.

Cuadro I. Frecuencia cardíaca (latidos por minuto).

Frecuencia cardíaca	Valor mín.	Valor máx.	Media	DE	p: Valor de p < 0.005
FC 1	55	106	77	13	Sig.
FC 2	54	100	70	10	
FC 3	47	104	72	14	
FC 4	45	108	75	14	
FC 5	52	104	74	12	Sig.
FC 6	64	119	87	12	

Prueba estadística T pareada. Valor de p: < 0.005.

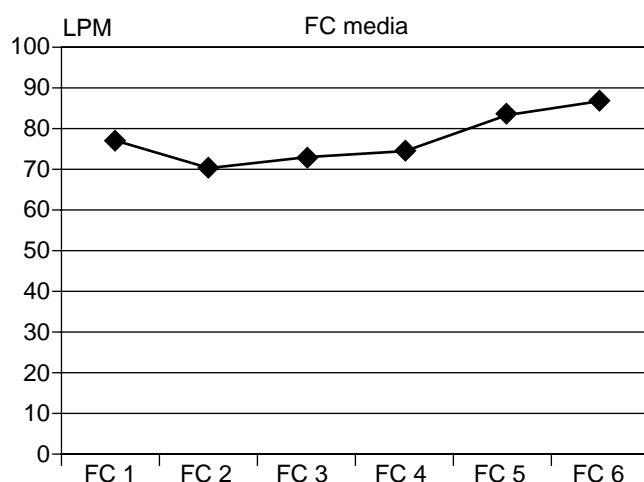


Figura 3. Frecuencia cardíaca (FC) media (latidos por minuto [LPM]).

Cuadro II. Presión arterial sistólica (mmHg).

Presión arterial sistólica	Mínimo	Máximo	Medio	DE	p: Valor de p < 0.005
PAS 1	97	176	129	17	Sig.
PAS 2	72	156	113	21	
PAS 3	89	168	117	19	
PAS 4	68	160	120	15	
PAS 5	87	148	118	13	
PAS 6	92	169	127	17	

Prueba estadística T pareada. Valor de p: < 0.005.

7. Resistencias vasculares sistémicas. Se observó un ligero incremento sobre todo en el momento del neumoperitoneo, pero con significancia estadística solo al final de la extubación (Cuadro VII y Figura 9).

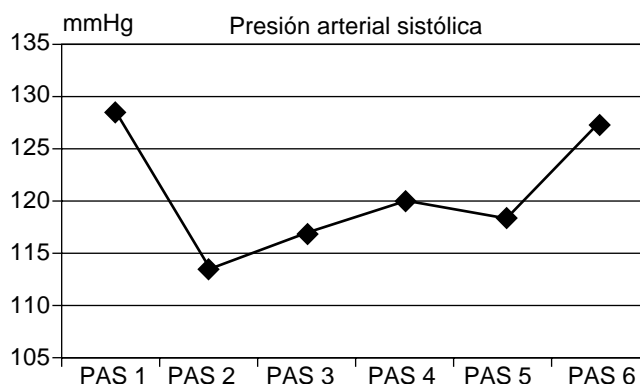


Figura 4. La presión arterial sistólica presentó variaciones muy importantes, se puede observar un descenso desde la inducción anestésica y durante toda la cirugía, obteniéndose significancia estadística.

Cuadro III. Presión arterial diastólica (mmHg).

Presión arterial diastólica	Mínimo	Máximo	Medio	DE	p: Valor de p < 0.005
PAD 1 *	56	97	75	9	Sig.
PAD 2	45	98	67	15	
PAD 3	51	100	71	12	
PAD 4	44	97	75	12	
PAD 5	43	96	70	11	
PAD 6	48	105	77	13	

* Prueba estadística T pareada. Valor de p: < 0.005.

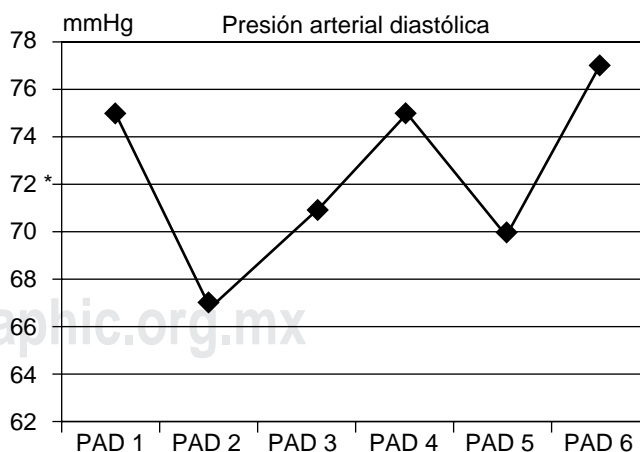


Figura 5. Observamos dos descensos importantes de la PAD desde la inducción hasta el término del neumoperitoneo teniendo significancia estadística.

8. Índice de resistencias vasculares sistémicas. Con observación de incremento durante el neumoperitoneo y disminución paulatina a la extubación, pero estadísticamente

Cuadro IV. Presión arterial media (mmHg).

Presión arterial media	Mínimo	Máximo	Medio	DE	p: Valor de $p < 0.005$
PAM 1	65	120	91	14	Sig.
PAM 2	45	111	80	18	
PAM 3	51	123	85	16	
PAM 4	53	122	88	15	
PAM 5	59	116	86	12	
PAM 6	60	132	91	16	

Prueba estadística T pareada. Valor de $p < 0.00$.

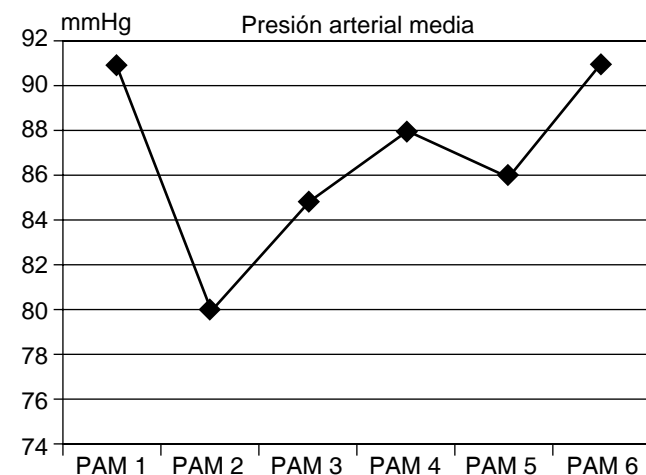


Figura 6. Observamos una disminución de la PAM al momento de la inducción que es correlacionada estadísticamente.

Cuadro V. Gasto cardíaco (L/min)

Gasto cardíaco	Mínimo	Máximo	Medio	DE	p: Valor de $p < 0.005$
Gasto cardíaco 1	2.1	9.5	5.7	2.1	
Gasto cardíaco 2	2.1	9.9	5.4	1.6	
Gasto cardíaco 3	2.1	9.7	5.2	1.6	
Gasto cardíaco 4	3	10	5.5	1.7	
Gasto cardíaco 5	3.1	8.8	5.5	1.7	
Gasto cardíaco 6	2.4	11	5.4	1.8	

Prueba estadística T pareada. Valor de $p < 0.005$.

sin comprobación de diferencia alguna (Cuadro VIII y Figura 10).

9. Volumen sistólico. Se observó disminución paulatina posterior a la inducción, manteniéndose durante el acto quirúrgico y recuperándose al final del acto, sin embargo sin demostrar variabilidad estadística alguna (Cuadro IX y Figura 11).
10. Índice sistólico. Se observaron grandes cambios de este parámetro pero sin significado estadístico (Cuadro X y Figura 12).

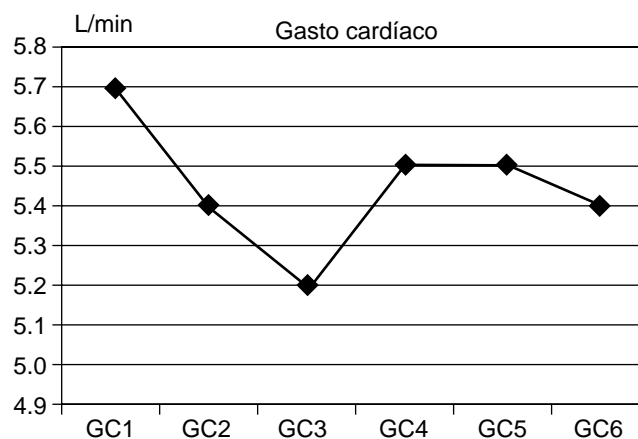


Figura 7. El gasto cardíaco presentó una disminución con respecto al basal siendo más importante al momento del neumoperitoneo sin ser estadísticamente significativa esa diferencia.

Cuadro VI. Índice cardíaco (L/min/m²)

Índice cardíaco	Mínimo	Máximo	Medio	DE	p: Valor de $p < 0.005$
1	1	5.3	3.4	1	
2	1.9	5.5	3.2	.78	
3	2.1	5.5	3.2	.83	
4	2	6.6	3.3	1.09	
5	1.4	4.8	3.2	.76	
6	1.8	6.4	3.7	.98	

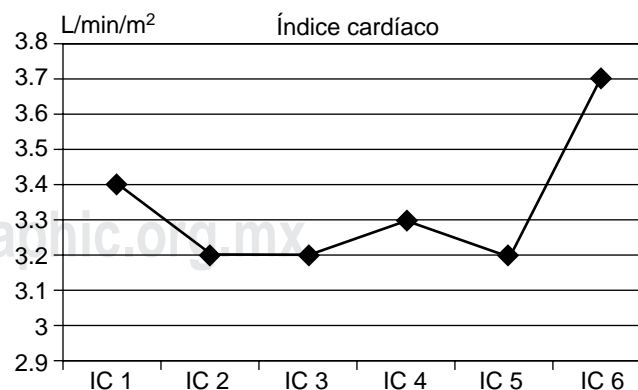


Figura 8. Final del neumoperitoneo observamos un ascenso del IC no siendo significativo.

11. Índice de trabajo de corazón izquierdo. Se observó con disminución después de la inducción, pero sin llegar a ser significativo, con recuperación al finalizar la cirugía, siendo este último significativo (Cuadro XI y Figura 13).
12. Índice de aceleración de la aorta. También con disminución, sobre todo al cese del neumoperitoneo con signifi-

cancia estadística y recuperación inmediata (Cuadro XII y Figura 14).

13. Contenido de fluido torácico. Se observó un ascenso continuo desde la inducción hasta el final de la cirugía

Cuadro VII. Resistencias vasculares sistémicas (dinas/s/cm⁵).

Resistencias vasculares sistémicas	Mínimo	Máximo	Medio	DE	p: Valor de p < 0.005
RVS 1	591	3,600	1,404	757	
RVS 2	520	3,338	1,225	527	
RVS 3	389	2,016	1,193	378	
RVS 4	410	2,259	1,311	430	
RVS 5	713	2,300	1,280	393	
RVS 6	278	2,700	1,098	436	Sig.

Prueba estadística T pareada. Valor de p: < 0.005

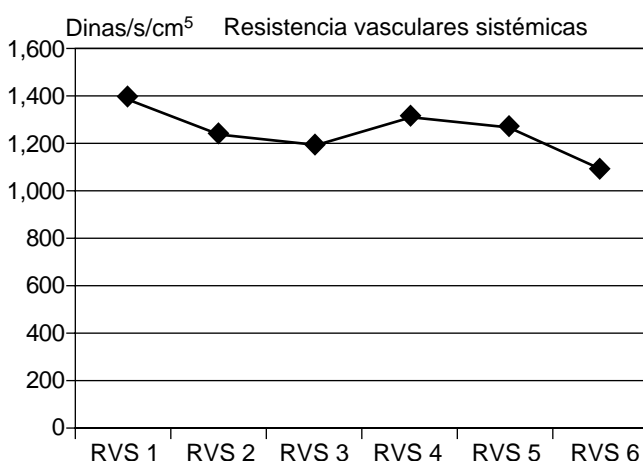


Figura 9. En relación con las RVS únicamente se pudo observar diferencia significativa al final de la extubación.

Cuadro VIII. Índice de resistencias vasculares sistémicas (dinas/s/m²/cm⁵).

Índice de resistencias vasc. sist.	Mínimo	Máximo	Medio	DE	p: Valor de p < 0.005
IRVS 1	700	5,220	1,941	867	
IRVS 2	982	3,608	2,006	672	
IRVS 3	1,004	3,488	2,073	612	
IRVS 4	709	3,500	2,117	627	
IRVS 5	1,140	3,580	2,083	565	
IRVS 6	521	3,146	1,868	790	

Prueba estadística t pareada. Valor de p: < 0.005.

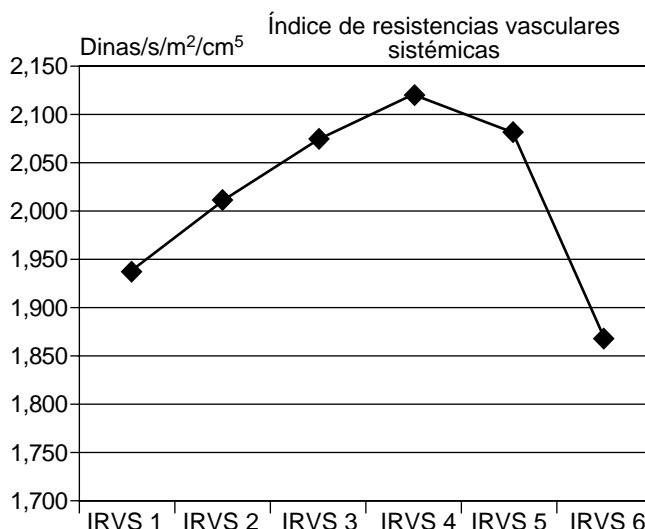


Figura 10. En el IRVS a pesar de que gráficamente se ve una gran variabilidad, estadísticamente no se pudo comprobar diferencia alguna.

Cuadro IX. Volumen sistólico (mL/lat.).

Volumen sistólico	Mínimo	Máximo	Medio	DE
VS 1	22	148	80	28
VS 2	53	155	78	20
VS 3	41	154	78	26
VS 4	43	161	77	27
VS 5	42	124	74	21
VS 6	42	145	79	19

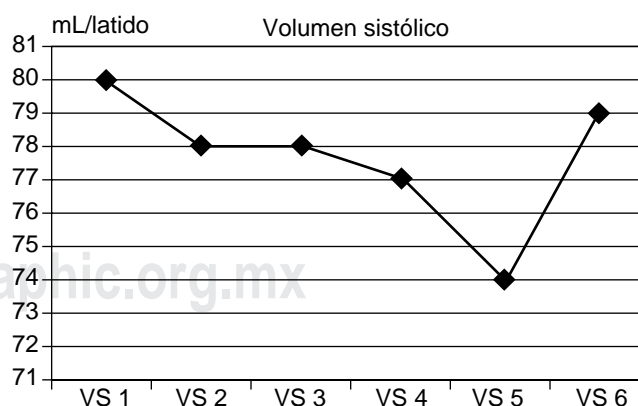
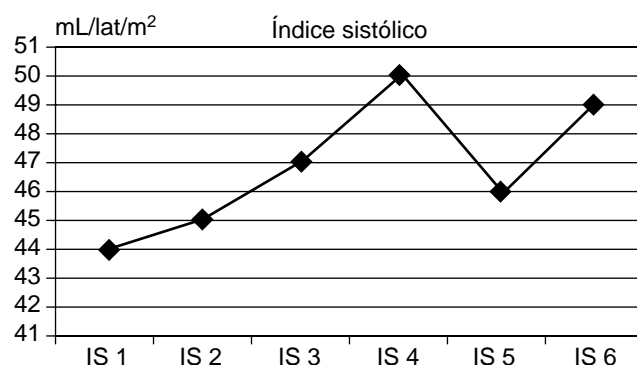


Figura 11. Tal y como observamos en el IS el VS presentó diferencias con respecto a los valores basales; sin embargo, estadísticamente no se pudo demostrar variabilidad alguna.

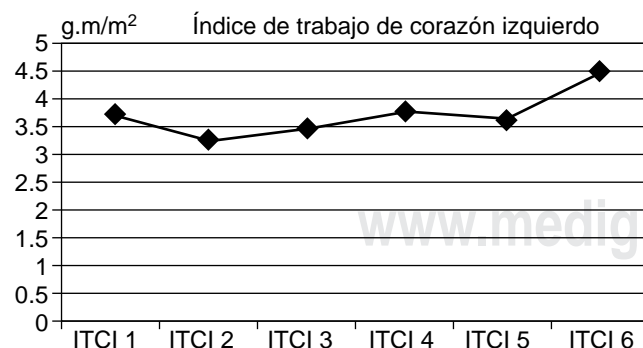
Cuadro X. Índice sistólico (mL/lat./m²).

Índice sistólico	Mínimo	Máximo	Medio	DE
IS 1	19	81	44	14
IS 2	29	63	45	9
IS 3	23	97	47	14
IS 4	23	103	50	16
IS 5	23	128	46	19
IS 6	19	147	49	22

**Figura 12.** En el IS se observaron grandes cambios sin ser éstos significativos estadísticamente hablando.**Cuadro XI.** Índice de trabajo de corazón izquierdo (g.m/m²).

Índice de trabajo de corazón izquierdo	Mínimo	Máximo	Medio	DE	p: Valor de p < 0.005
ITCI 1	1.3	8.3	3.8	1.75	
ITCI 2	2	6.5	3.4	1.16	
ITCI 3	1.5	8.4	3.5	1.23	
ITCI 4	1.5	8.5	3.8	1.42	
ITCI 5	2	6.5	3.6	.99	
ITCI 6	1.2	8.6	4.5	1.6	Sig.

Prueba estadística T pareada. Valor de p: < 0.005.

**Figura 13.** En el ITCI observamos más cambios durante la posición de Fowler y decúbito lateral izquierdo, así como al final del procedimiento quirúrgico siendo este último significativo.

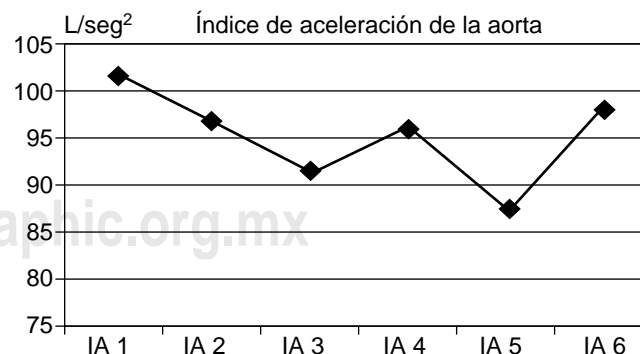
siendo en todos los tiempos estadísticamente significativo (Cuadro XIII y Figura 15).

DISCUSIÓN

La colecistectomía por vía laparoscópica es una técnica que requiere la insuflación de un gas en la cavidad peritoneal o neumoperitoneo, con el objetivo de distenderla para obtener un adecuado campo quirúrgico provocando incremento de la presión intraabdominal, responsable de alteraciones fisiológicas que repercuten en los sistemas respiratorio y cardiovascular. En el presente estudio se evaluaron los cambios hemodinámicos en pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica y pudimos observar diferencias importantes, a saber; primero observamos bradicardia e hipotensión a la inducción anestésica y posteriormente aumento de la FC y TAM al momento de realizar el neumoperitoneo, esto se puede explicar fisiológicamente por la administración de CO₂ a la cavidad peritoneal que estimula una respuesta simpática con incremento de catecolaminas, ocasionando taquicardia e hipertensión. Por otro lado los cambios observados al momento de la extubación del paciente pueden ser resultado de la emersión anestésica y el cese de fármacos coadyuvantes al dolor que son administrados durante el procedimiento. Las alteraciones hemodinámicas durante

Cuadro XII. Índice de aceleración de la aorta (L/seg²).

Índice de aceleración de la aorta	Mínimo	Máximo	Medio	DE	p: Valor de p < 0.005
IA 1	33	234	102	48	
IA 2	38	236	97	43	
IA 3	23	289	91	54	
IA 4	27	299	96	63	
IA 5	29	176	87	37	Sig.
IA 6	30	196	98	41	

**Figura 14.** En el IA encontramos gran variedad pero solo tuvo significancia estadística al momento del cese del neumoperitoneo.

Cuadro XIII. Contenido de fluido torácico (L/min.).

Contenido de fluido torácico	Mínimo	Máximo	Medio	DE	p: Valor de p < 0.005
CFT 1	16	46	31	6.8	
CFT 2	19	86	34	11	Sig.
CFT 3	20	86	35	11	Sig.
CFT 4	24	138	35	17	Sig.
CFT 5	21	83	36	9	Sig.
CFT 6	16	83	34	10	Sig.

Prueba estadística T pareada. Valor de p : < 0.005.

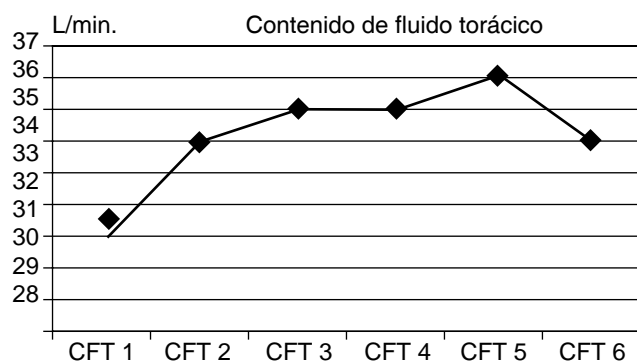


Figura 15. Observamos un ascenso continuo del CFT desde la inducción hasta el final de la cirugía siendo estadísticamente significativo.

un procedimiento laparoscópico están determinadas por la insuflación del CO₂ y la posición del paciente. En nuestra investigación tratamos de observar estos cambios reportados en la literatura a través de un monitor no invasivo con bioimpedancia transtorácica, donde se estima el GC a través de una corriente de baja intensidad y alta frecuencia. En el estudio observamos un descenso del IC durante la inducción y la posición de Semifowler con decúbito lateral izquierdo, siendo apenas del 6% con respecto al basal, que pudiera ser explicado por una baja presión intraabdominal mantenida durante la cirugía de 12 mmHg.

En diferentes artículos explican los cambios fisiológicos durante la anestesia, así como los efectos por el neumoperitoneo y dentro de éstos mencionan, que debido a la presión intraabdominal hay una respuesta de estrés hemodinámica, se altera el retorno venoso de las extremidades inferiores y

como consecuencia, disminuye el gasto cardíaco, pudiéndose comprobar en el presente estudio la disminución del gasto cardíaco al momento de la inducción por los fármacos administrados, así como en el neumoperitoneo.

Westerband y colaboradores⁽¹⁸⁾ midieron las RVS observando un incremento del 79% inmediatamente después de la insuflación peritoneal a 15 mmHg, contrario a nuestro estudio donde se observa un ligero incremento de las RVS pudiendo ser atribuido a un buen plano anestésico, a una insuflación baja de CO₂ y a tratar de mantener el ETCO₂ en parámetros fisiológicos de 30 a 35 mmHg. Al evaluar el IRVS que representa el componente principal de la postcarga, se pudo observar ligero incremento con respecto al basal pero sin ser estadísticamente significativo.

En cuanto al CFT en nuestro estudio fue evidente el aumento constante de éste durante la cirugía, pudiéndose atribuir estos cambios, a que, al momento del neumoperitoneo existe una disminución del flujo venoso femoral, como consecuencia del aumento de la presión intraabdominal, existiendo redistribución del contenido sanguíneo de las vísceras abdominales hacia el sistema venoso y todo esto para favorecer un aumento en las presiones de llenado.

CONCLUSIÓN

Como conclusión de este estudio tenemos que tomar en cuenta que no existe información sobre bioimpedancia transtorácica en pacientes de colecistectomía laparoscópica, recordando que dicho procedimiento es ventajoso, de fácil recuperación para el paciente, no así su monitoreo hemodinámico, que debe ser más importante por los cambios drásticos ya comentados durante el neumoperitoneo y la posición de semifowler y decúbito lateral izquierdo. La bioimpedancia transtorácica ofrece una alternativa de fácil aplicación, desde el momento que es una técnica fácil de aplicar con los parches al paciente y monitorizar variables hemodinámicas sin necesidad de invadir al paciente de forma drástica con consecuentes complicaciones. Por lo tanto, el monitoreo transquirúrgico debe ser lo suficientemente efectivo para detectar los cambios hemodinámicos y cardiorrespiratorios, así como alertar sobre posibles complicaciones, es por eso que debemos de estar preparados para monitorizar al paciente adecuadamente y emprender las terapéuticas específicas.

REFERENCIAS

1. Carrillo ER, Sánchez MJ. Monitoreo hemodinámico no invasivo en anestesiología. *Rev Mex Anest*. 2010;33:S167-S171.
2. Arrazola GF, Aponte UJM, Solórzano MJ. Bioimpedancia eléctrica transtorácica. *Rev Asoc Mex. Med Crit y Ter Int*. 1995;9:167-172.
3. www.sonosite.com/sites/default/files/support_docs/Bioz_Operator_Service:Manual.pdf
4. Barash PG, Cullen BF, Stoelting RK, Cahalan MK, Stock MC, Ortega R. Anesthesia Laparoscopic. In: *Anestesia clínica*. Ovid Technologies. Cap. 15., 2010.
5. Miller RD, Eriksson LI, Fleisher LA, Kronis JW, Young WL. Anesthesia laparoscopic. In: *Miller R. Anesthesia*. Elsevier, cap. 58. Vol II. 2010.
6. López-Herranz GP. Complicaciones transoperatorias asociadas al capnoperitoneo en cirugía laparoscópica. *Rev Med Hosp Gen Mex*. 2012;65:149-158.
7. Piccoli A, Nescolarde LD, Roseli J. Análisis convencional y ventorial de bioimpedancia en la práctica clínica. *Nefrología*. 2006;XXII.
8. López GJM. Evolución y aplicaciones de la bioimpedancia en el manejo de la enfermedad renal crónica. *Nefrología*. 2011;31:630-634.
9. Yu CM, Wang L, Chau E. Intrathoracic impedance monitoring in patients with heart failure: correlation with fluid status and feasibility of early warning preceding hospitalization. *Circulation*. 2005;112:841-848.
10. Ugalde RMC. Bioimpedancia transtorácica en pacientes ginecológicas. *SMAGO*; 2013.
11. Meneses CJ, Moreno SAA, González DIJ, Díaz de León PM, Rodríguez RM, Castorena AR y cols. Medición hemodinámica en preeclampsia severa. *Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int*. 2008;XXII:10-14.
12. Meneses CJ, Díaz de LPM, Moreno SSA, González DJI, Amezola CMA, Jiménez AEP y cols. Medición de los valores hemodinámicos en embarazo normo evolutivo y puerperio inmediato por bioimpedancia torácica. *Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int*. 2007;21:149-153.
13. San Frutos L, Fernández R, Almagro J, Barbancho C, Salazar F. Measure of hemodynamic pattern by thoracic electrical bioimpedance in normal pregnancy and in preeclampsia. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*. 2005;121:149-153.
14. Sabiston DC. Sistema biliar. Colecistitis crónica y coledocolitiasis. Pato-genia de las litiasis vesiculares. In: *Textbook of surgery. Biological basis of modern surgical practice*. 16 ed. Philadelphia: WB Company: 2001.
15. Kitami M. Heterogeneity of subvesical ducts or the ducts of Luschka: a study using drip-infusion cholangiography-computed tomography in patients and cadaver specimens. *World J Surg*. 2005;29:217-223.
16. 17 Norma Oficial Mexicana NOM-004-SSA₃-2012. Del expediente clínico.
17. 18 Norma Oficial Mexicano-006-SSA₃-2011. Para la práctica de la Anestesiología.
18. Procedimientos laparoscópicos intraabdominales (Parte II). Disponible en: anestesiologia.ucr.ac.cr/laparoscop2.htm