



Artículo de revisión

Cambios fisiológicos provocados por la posición del paciente y el neumoperitoneo en procedimientos laparoscópicos

Physiologic changes caused by patient's position and pneumoperitoneum during laparoscopic procedures

Gerardo M Gómez-Nieto,* C Carolina Nando-Villicaña,* Tanya Achar-Farca*

* Hospital Ángeles Lomas. Estado de México, México.

RESUMEN

Introducción: La cirugía laparoscópica se ha vuelto cada vez más común gracias a la reducción del dolor posoperatorio y a la rápida recuperación que presentan los pacientes. Sin embargo, este abordaje tiene efectos hemodinámicos importantes que deben ser comprendidos a profundidad para una atención óptima de los pacientes. **Objetivos:** Realizar una revisión narrativa para describir los principales efectos fisiológicos provocados por la posición quirúrgica y el neumoperitoneo y resaltar la importancia de que todo el equipo quirúrgico conozca los efectos de dichos cambios. **Material y métodos:** Se utilizó una búsqueda bibliográfica empleando los términos MeSH (neumoperitoneo, cirugía laparoscópica, cambios hemodinámicos) para identificar artículos clave recientes. También se usaron referencias cruzadas de estos artículos. **Resultados:** El posicionamiento del paciente y el neumoperitoneo pueden inducir cambios fisiopatológicos hemodinámicos, pulmonares, renales, espláncnicos y endocrinos, que afectarán todo el periodo perioperatorio de los pacientes sometidos a procedimientos laparoscópicos. **Conclusiones:** El manejo perioperatorio para la estimación y reducción del riesgo de morbimortalidad por cirugía y anestesia laparoscópicas debe basarse en el conocimiento de las alteraciones fisiopatológicas inducidas por la combinación de anestesia general, neumoperitoneo y posicionamiento del paciente.

Palabras clave: Cirugía, laparoscopia, anestesia, neumoperitoneo, cambios hemodinámicos, posición quirúrgica.

ABSTRACT

Introduction: Laparoscopic surgery has become more common with time due to providing a reduction of postoperative pain and faster recovery times, although it is also related to important hemodynamic effects, which is why a profound comprehension of these physiopathologic changes is fundamental to provide an optimal anesthetic approach. **Objectives:** Creating a review to describe the principal physiologic changes secondary to the position used and the effects due to the insufflation of the abdomen, as well as understanding the importance of knowing these effects by the entire surgical team. **Material and methods:** A bibliographic search was done using the MeSH terms to identify clue articles (pneumoperitoneum, laparoscopic surgery, hemodynamic changes). We also used a cross reference with said articles. **Results:** Patient positioning and abdominal insufflation can induce physiopathologic changes that range from hemodynamic, pulmonary, renal, splanchnic to endocrine alterations, which will be present during the entire perioperative period in patients who will undergo laparoscopic surgery. **Conclusions:** Perioperative management for the estimation and reduction of morbimortality risk secondary to surgery and/or anesthetic management for laparoscopic procedures should be based on the knowledge of the physiopathologic changes induced by the combination of general anesthesia, abdominal insufflation and patient positioning.

Keywords: Surgery, laparoscopy, anesthesia, pneumoperitoneum, hemodynamic changes, surgical positioning.

Recibido: 03/01/2022. Aceptado: 28/01/2022.

Correspondencia: **Dr. Gerardo M Gómez-Nieto**

Hospital Ángeles Lomas. Tel: 55 5246-5000

E-mail: ggneto@gmail.com

Citar como: Gómez-Nieto GM, Nando-Villicaña CC, Achar-Farca T. Cambios fisiológicos provocados por la posición del paciente y el neumoperitoneo en procedimientos laparoscópicos. Rev Mex Cir Endoscop. 2021; 22 (2): 77-83. <https://dx.doi.org/10.35366/104405>



INTRODUCCIÓN

La cirugía laparoscópica está considerada dentro del grupo de procedimientos quirúrgicos mínimamente invasivos. Esto no significa que esté exenta de riesgos específicos para la salud de los pacientes sometidos a dichos procesos. Es de suma importancia mencionar que al igual que los métodos quirúrgicos abiertos, los laparoscópicos implican riesgos perioperatorios importantes que deben tomarse en cuenta al considerar a los pacientes que van a ser intervenidos. Por tratarse de una cirugía de invasión mínima, en ningún momento se deben obviar las prácticas perioperatorias rutinarias que se llevan a cabo en todos los pacientes que van a ser sometidos a cirugía. En particular, se tienen que entender de manera minuciosa los cambios hemodinámicos y ventilatorios provocados por la posición del paciente y el neumoperitoneo requeridos durante estos procedimientos. Este trabajo es una revisión narrativa que aborda los principales efectos cardíacos, pulmonares y hemodinámicos en laparoscopia.

CAMBIOS HEMODINÁMICOS PROVOCADOS POR EL NEUMOPERITONEO

Los métodos quirúrgicos laparoscópicos involucran la insuflación abdominal con CO₂ (neumoperitoneo) para una adecuada visualización del campo quirúrgico.¹ El CO₂ es ideal, ya que no es inflamable y sí muy absorbible, lo que disminuye el riesgo de embolismo gaseoso.² La presión intraabdominal (PIA) producida por el neumoperitoneo debe mantenerse en un rango de 12-15 mmHg, para evitar eventos adversos (presiones > 15 mmHg aumentan los efectos fisiológicos producidos, así como el riesgo de complicaciones).^{2,3} Las PIA menores se correlacionan con menor dolor posoperatorio y menor tasa de efectos adversos sobre la función pulmonar y hemodinámica.³ El neumoperitoneo es el responsable de la mayoría de los cambios hemodinámicos, metabólicos y ventilatorios producidos durante la laparoscopia.¹ La mayoría de los cambios producidos son bien tolerados en pacientes sanos, pero pueden no serlo en pacientes con comorbilidades.¹

Los cambios hemodinámicos producidos son efectos directos del aumento de la PIA causada por el neumoperitoneo, la absorción de CO₂ que produce respuestas neurohumorales y el posicionamiento del paciente (Tabla 1).¹ Los dos componentes principales del neumoperitoneo, responsables de los cambios fisiológicos observados, son la hipercapnia y el aumento de la PIA.² La PIA aumenta por el flujo de gas inicial de 4-6 L/min, lo que genera una PIA de 10-20 mmHg.⁴ Se continúa con flujo de 200-400

mL/min para mantener la PIA deseada para la adecuada visualización del campo quirúrgico.⁴

El aumento de la PIA resulta en respuestas fisiológicas que pueden ser deletéreas en pacientes vulnerables con reserva fisiológica disminuida.⁴ Estos cambios deben ser manejados con sumo cuidado para disminuir la morbilidad durante el perioperatorio.⁴

Se ha observado en distintos estudios, tanto en animales como en humanos, que el aumento en la PIA puede conllevar a varias consecuencias: compresión de la vena cava inferior (VCI), compresión aórtica, disminución en el flujo sanguíneo esplácnico (FSE), disminución en el flujo sanguíneo renal (FSR) y desplazamiento diafragmático.² La compresión de la VCI resulta en cambios complejos a nivel del retorno venoso y resistencia venosa.²

Los procesos de cirugía laparoscópica se dividen en distintas fases: inducción de anestesia, insuflación abdominal, desuflación abdominal y recuperación anestésica.² Cada fase conlleva cambios hemodinámicos específicos que se deben tomar en cuenta (Figura 1).²

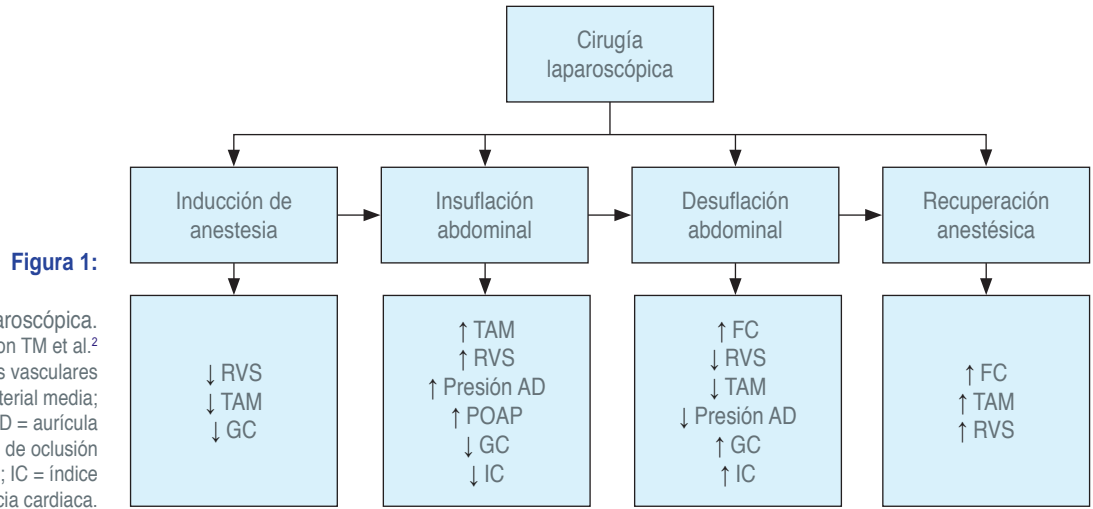
EFFECTOS HEMODINÁMICOS PROVOCADOS POR LA POSICIÓN DEL PACIENTE

Existen diversas posiciones que son utilizadas en cirugía laparoscópica, dependiendo del procedimiento a realizar.⁴ Éstas incluyen: posición de Trendelenburg (cabeza abajo), posición de Fowler o Trendelenburg reverso (cabeza arriba), posición de litotomía y posiciones laterales.^{2,4} Los cambios posicionales se utilizan para mejorar el acceso quirúrgico y la visualización del campo quirúrgico.⁴ Dependiendo del posicionamiento del paciente, existen diversos cambios fisiológicos relacionados (Tabla 2). Hay grupos específicos

Tabla 1: Efectos fisiológicos del neumoperitoneo.

Cardiovascular	Gasto cardíaco	↓
	Resistencia vascular sistémica	↑
	Presión arterial	↑ o ↓
Respiratorio	Capacidad residual funcional	↓
	Complianza	↓
	Presión en la vía aérea	↑
	Desequilibrio ventilación-perfusión (V/Q)	↑
Gastrointestinal	Resistencia vascular pulmonar	↑
	Flujo sanguíneo del intestino	↓
	Riesgo de regurgitación de contenido gástrico	↑
Renal	Tasa de filtración glomerular	↓
Neurológico	Presión intracraneal	↑

Tomado de: Oti C et al.⁴



que se consideran especialmente vulnerables a los cambios bruscos de posición, éstos incluyen pacientes con obesidad, con enfermedad cardiaca o respiratoria severa y de edad avanzada.⁴

La posición de Trendelenburg es muy utilizada en procedimientos de abdomen inferior y zona pélvica.² Esta posición provoca desplazamiento cefálico del diafragma y del contenido abdominal, con disminución en la capacidad residual funcional (CRF) y en la complianza pulmonar, junto con aumento en las presiones pico como consecuencia.^{2,4} Cuando se utiliza en conjunto con el neumoperitoneo, la CRF disminuye en mayor proporción, incluso hasta valores por debajo de la capacidad de cierre, lo cual provoca colapso de la vía aérea y en consecuencia formación de atelectasias.⁴ Las atelectasias pueden exacerbar la alteración de la ventilación-perfusión ya existente.⁴ La adición de presión positiva al final de la espiración (PEEP, por sus siglas en inglés) durante la ventilación mecánica previene este efecto.⁴ La elevación diafragmática producida tanto por la posición como por el efecto del neumoperitoneo ocasiona aumento en la presión intratorácica (PIT) y disminución en la complianza pulmonar.⁴ Con el uso de la posición de Trendelenburg, se provoca aumento en el retorno venoso y en la POAP, lo cual previene la disminución del gasto cardiaco (GC) posterior a la insuflación abdominal.² Los cambios bruscos en la posición son causa de intubación endobronquial o cambio de posición del tubo endotraqueal, lo que puede ocasionar pérdida de la permeabilidad de la vía aérea.⁴ La posición con la cabeza abajo puede provocar edema de la vía aérea y cara, así como aumento de la presión intracraneal (PIC), edema cerebral y quemosis subconjuntival, todo lo cual es exacerbado por la hipercapnia secundaria a la absorción de CO₂.⁴

Tabla 2: Efectos fisiológicos por posicionamiento.

	Trendelenburg	Trendelenburg reverso
Retorno venoso	↑	↓
Gasto cardiaco	↑	↓
Capacidad residual funcional	↓	↑
Complianza torácica	↓	↑
Alteración V/Q	↑	↓
Atelectasia	↑	↓

V/Q = ventilación-perfusión.

El Trendelenburg reverso es utilizado en procedimientos abdominales superiores.² Cuando se emplea tal posición, la alteración de la ventilación-perfusión es factible que mejore.⁴ De igual manera, la PIC disminuye y la probabilidad de regurgitación pasiva y broncoaspiración es menor.⁴ Puede causar disminución en el retorno venoso, provocando hipotensión e incluso isquemia cerebral y/o miocárdica en pacientes susceptibles, es por esto que la hipovolemia preoperatoria debe ser corregida previo al inicio del procedimiento.⁴

El posicionamiento en litomía de forma prolongada en cirugía laparoscópica puede resultar en un síndrome compartimental de miembros inferiores.² Dicho síndrome se ve asociado a pacientes con obesidad, pérdida sanguínea significativa, hipotensión y/o enfermedad vascular periférica.⁴ Los pacientes presentan dolor posoperatorio severo, rhabdomiólisis y potencialmente lesión renal aguda y mioglobinuria.⁴

La posición en decúbito lateral se asocia con mayor incidencia de complicaciones oculares, incluyendo abrasiones

corneales en ambos ojos.⁴ Se debe asegurar que no exista presión excesiva en cabeza, cuello y región axilar (para evitar lesión del plexo braquial).⁴ Es de suma importancia asegurar todos los puntos de presión.⁴

EFFECTOS CARDIOVASCULARES

La inducción del neumoperitoneo propicia grandes cambios hemodinámicos como disminución en el gasto cardiaco junto con aumento de la presión arterial, resistencia vascular pulmonar y sistémica.¹ La instauración del neumoperitoneo puede causar bradicardia sinusal, mediada por estimulación simpática o vagal.⁴ Esto es revertido con la liberación de presión y asegurando que la PIA no supere los 15 mmHg,⁴ se recomienda insuflación lenta (2.5 L × min) permitiendo distensión paulatina del peritoneo.

La insuflación abdominal provoca aumento en la PIA, lo cual produce elevación diafragmática que puede causar compresión de vasos sanguíneos.^{1,4} Al inicio se ocasiona incremento en el retorno venoso como consecuencia del aumento de la PIA (por compresión de la vasculatura esplácnica), pero cuando la PIA llega a 20 mmHg suscita disminución en el retorno venoso con disminución secundaria en el GC^{2,4} y el flujo sanguíneo a órganos abdominales, con excepción de la glándula suprarrenal.⁵ La compresión de la VCI junto con la disminución en el retorno venoso conllevan a disminución del GC de hasta 50%.¹ Esto es especialmente cierto en pacientes posicionados en Trendelenburg extremo o pacientes con reserva cardiovascular disminuida.¹

También juegan un rol ciertos factores neurohumorales y mecánicos sobre la función cardiovascular.¹ El aumento de la PIT y la presión transmural de la aurícula derecha (AD), así como la estimulación mecánica de receptores peritoneales causan liberación de vasopresina y activación del sistema renina-angiotensina-aldosterona (SRAA), lo cual tiene como consecuencia elevación de la resistencia vascular periférica y, por ende, de la presión arterial, así como disminución en la contractilidad miocárdica.^{1,4} La presión arterial puede aumentar también como consecuencia de dolor por el estiramiento del peritoneo⁴ y la hipercapnia por ingreso de CO₂ a la circulación sistémica.⁶ La presión arterial media suele mantenerse en niveles normales debido a que el aumento de la resistencia vascular sistémica es mayor que la disminución del GC. Sin embargo, la repercusión sobre ésta dependerá del estado volumétrico del paciente y de las posiciones que se adopten en el procedimiento quirúrgico, teniendo variaciones notables en la presión arterial media por la disminución de la precarga.⁴

La elevación diafragmática también provoca aumento en la PIT, con disminución secundaria del GC.¹ Tal disminución es compensada en pacientes sanos al aumentar la

frecuencia cardiaca (FC) y la presión arterial, obteniendo estabilidad en el estado hemodinámico.¹ El aumento de la resistencia vascular periférica aunado al de la FC pueden llevar a incremento en el trabajo miocárdico, resultando en isquemia y taquiarritmias (esto es especialmente importante en pacientes con baja reserva cardiaca).⁴

El colapso cardiovascular y la asistolia han sido descritos durante la instauración del neumoperitoneo y se atribuyen a reflejos vagales profundos.¹ Es por esta razón que la insuflación abdominal nunca debe realizarse de forma súbita. Por otra parte, si la ventilación no es suficiente para eliminar el CO₂ absorbido, ocurrirá hipercapnia con acidosis secundaria, depresión miocárdica y predisposición a la aparición de arritmias.¹

EFFECTOS PULMONARES

La insuflación abdominal provoca cambios importantes en la función pulmonar.² El incremento en la PIA y la elevación diafragmática secundarias al neumoperitoneo (ambas se encuentran potenciadas en caso de posición de Trendelenburg) producen disminución en la complianza pulmonar de 30-50% en pacientes sanos.¹ Tanto el desplazamiento cefálico del diafragma como el aumento en la ventilación por minuto provocan incrementos en las presiones de la vía aérea.² La presión *plateau*, o en meseta, al final de la inspiración es una guía de los cambios en la distensibilidad pulmonar. Esta presión aumenta alrededor de 50% en la insuflación, generando cambios en la ventilación-perfusión que disminuyen la pO₂.⁷ La disminución de la CRF aunado a la insuflación de la cavidad abdominal con presiones de 11 a 13 mmHg condiciona la probabilidad de atelectasias basales.^{4,7}

La presión parcial de CO₂ (PaCO₂) se incrementa por absorción sanguínea de dicho gas desde la cavidad peritoneal, este efecto se observa cinco minutos posterior a la insuflación abdominal^{1,2} estabilizándose la absorción dentro de los primeros 10 minutos, debido a la compresión de capilares peritoneales. Al disminuir la presión intracavitaria, la absorción del CO₂ será mayor, esto ocurre al final del procedimiento. Para compensar la hipercapnia es recomendable aumentar el volumen por minuto alrededor de 15%, incrementando la frecuencia respiratoria sin modificar el volumen corriente.^{4,7}

EFFECTOS RENALES Y ESPLÁCNICOS

El neumoperitoneo tiene efectos importantes sobre la fisiología renal.² La compresión directa de la vasculatura renal, uréteres y riñones provoca disminución en el FSR y en la tasa de filtración glomerular (GFR, por sus siglas en inglés) y oliguria.² Una presión intraabdominal por arriba

de 16 mmHg causa reducción en el flujo sanguíneo mesentérico hasta de 40%, disminuyendo la tasa de filtración glomerular y dando como resultado acidosis tisular.⁴ Es poco frecuente, pero la cirugía laparoscópica puede aumentar el riesgo de lesión renal aguda en pacientes con enfermedad renal crónica.²

EFFECTOS NEUROLÓGICOS

El neumoperitoneo está asociado con aumento de la PIC, que se relaciona en parte con disminución del drenaje del plexo venoso lumbar.^{8,9} La doctrina Monroe-Kelly modificada¹⁰ explica que un cambio en uno o más compartimentos del espacio intracraneal conduce a modificación compensatoria en los componentes restantes. Si las variaciones se producen demasiado rápido para compensarlas, la PIC se incrementa. En consecuencia, el neumoperitoneo puede provocar ascenso de la PIC, ya que el reflujo del plexo venoso lumbar disminuye.¹¹

El aumento de la PIA ejerce compresión mecánica sobre los vasos, disminuyendo el flujo sanguíneo, del mismo modo, puede provocar liberación de vasopresina, que induce vasoconstricción. Además, el cerebro es en extremo sensible al cambio de pCO₂. Un tiempo prolongado de neumoperitoneo, causado por la retención de dióxido de carbono o incluso por la hipercapnia, también puede conducir a un ascenso de la presión intracraneal secundario a la expansión vascular cerebral.¹¹ La elevación de la PIC junto con el neumoperitoneo sube aún más en la posición extrema de Trendelenburg, lo que incrementa el riesgo de edema cerebral, daño de la barrera hematoencefálica, así como posible lesión cerebral causada por la disminución de la perfusión cerebral y el suministro insuficiente de oxígeno.^{12,13}

COMPLICACIONES Y CONTRAINDICACIONES EN CIRUGÍA LAPAROSCÓPICA

Cualquier cirugía, incluyendo los procedimientos laparoscópicos, producen inflamación, hipercoagulabilidad y dolor, lo que incrementa el riesgo de isquemia miocárdica.² La presentación de ésta es precipitada por aumento en la demanda miocárdica de oxígeno (O₂), la cual puede ascender durante la cirugía laparoscópica.² La hipercapnia secundaria a la absorción de CO₂ también puede contribuir a la isquemia miocárdica.² En términos generales, las cuatro complicaciones pulmonares mayores que ocurren con la insuflación abdominal son: hipercapnia, hipoxemia, disminución en la complianza pulmonar y enfisema subcutáneo.²

Es importante identificar a los pacientes especialmente vulnerables a los efectos adversos hemodinámicos y ventilatorios producidos por procedimientos laparoscópicos.²

La cirugía laparoscópica eleva la precarga y poscarga, y a su vez disminuye el gasto cardiaco.² Estos cambios son acentuados o atenuados por el posicionamiento de los pacientes, el estado de volemia y la presencia de comorbilidades cardiovasculares como insuficiencia cardiaca congestiva (ICC), isquemia miocárdica, valvulopatías, cardiopatías congénitas, comorbilidades pulmonares y obesidad.² En pacientes con enfermedad cardiovascular, la cirugía laparoscópica puede causar elevaciones mayores en la presión de la aurícula derecha (AD) y en la presión de oclusión de la arteria pulmonar (POAP), así como disminuciones más marcadas del GC.² Los mecanismos para atenuar estos cambios deben ser identificados en el periodo preoperatorio, incluyendo adecuada hidratación, posicionamiento, uso de insuflaciones abdominales que generen la menor presión intraabdominal (PIA) posible y monitorización hemodinámica.²

Las contraindicaciones absolutas para cirugía laparoscópica son raras, las relativas incluyen: enfermedad isquémica miocárdica, valvulopatías, ascenso de la presión intracraneal (PIC) e hipovolemia no corregida.⁴ En los pacientes con reserva contráctil disminuida, la ICC puede ser precipitada por incrementos en la PIA, lo cual causa aumento en la precarga y poscarga.² Los pacientes con falla cardiaca pueden no ser capaces de compensar, llevando a mayor reducción en el GC, hipotensión y choque cardiogénico.² Esto se previene con optimización preoperatoria de volumen intravascular, uso apropiado de medicamentos y limitación de incremento de la PIA a menos de 15 mmHg.² La hipertensión debe ser manejada en el preoperatorio con vasodilatadores para optimizar el trabajo del ventrículo izquierdo (VI) durante el neumoperitoneo.²

DISCUSIÓN

Los pacientes sometidos a cirugía laparoscópica deben ser valorados en el periodo preoperatorio de manera rutinaria, haciendo hincapié en los riesgos específicos de la laparoscopia. Ésta es llevada a cabo en distintas fases, las cuales conllevan diferentes cambios y posibles efectos deletéreos, por lo que tanto el equipo quirúrgico como el anestésico deben estar bien preparados. La decisión sobre la técnica anestésica a utilizar debe tomarse en el periodo preoperatorio, posterior a una evaluación minuciosa del paciente.

La cirugía laparoscópica fue introducida en los años 50 del siglo pasado, y ha revolucionado el campo quirúrgico por sus ventajas, tanto en la disminución de la morbimortalidad como en la recuperación más rápida.^{1,2,4} Durante los años recientes, los procedimientos laparoscópicos han mejorado, con avances en los métodos quirúrgicos y anestésicos.¹ La técnica consiste en una incisión mínima para formar el puerto para la lente de la cámara, insuflación

Tabla 3: Ventajas de la cirugía laparoscópica.

Incisión quirúrgica más pequeña Menor tiempo de estancia intrahospitalaria y costos Recuperación rápida Menor tasa de dolor posoperatorio Menor tasa de complicaciones (ileo posoperatorio e infección de herida quirúrgica) Mejor preservación de función pulmonar Menor sangrado transoperatorio Disminución en la morbilidad Mejor resultado cosmético Mayor satisfacción del paciente
--

del abdomen (neumoperitoneo) con dióxido de carbono (CO₂) y colocación de distintos puertos quirúrgicos bajo visión directa para facilitar la entrada de los instrumentos laparoscópicos.^{1-3,5,7}

Los procesos que con más frecuencia se llevan a cabo mediante técnicas laparoscópicas son los siguientes: colestectomía, apendicectomía, colectomía, bypass gástrico en Y de Roux, gastrectomía e histerectomía.² La mortalidad global de la cirugía laparoscópica se ha reportado en un rango de 0.3-1.8%.² Se debe considerar que las técnicas mínimamente invasivas por lo común son efectuadas en grupos de alto riesgo (edad avanzada, obesidad, presencia de comorbilidades).²

Los beneficios que provee la cirugía laparoscópica sobre la abierta están sobre todo relacionados con el tamaño de la incisión quirúrgica (Tabla 3).¹ Esto ha permitido disminución importante en el trauma quirúrgico producido (que después se evidencia con menor tasa e intensidad de dolor posoperatorio), así como en la tasa de complicaciones posquirúrgicas y tiempos de recuperación.^{1,4} Los pacientes también se benefician de forma directa de un destacado resultado cosmético y mejoría en la morbilidad perioperatoria.^{2,14} El uso de técnicas laparoscópicas también se ha visto asociado a estancias intrahospitalarias más cortas, aunado a un menor costo, cuando se comparan con cirugías abiertas.⁴

Son muy conocidas las ventajas que provee la cirugía de mínima invasión, pero no hay que desatender los cambios fisiopatológicos multisistémicos que son potencialmente deletéreos.¹ Aunque la cirugía laparoscópica tiene menor riesgo de mortalidad cardiovascular, comparada con cirugía abierta, se debe tener conocimiento extenso sobre los efectos hemodinámicos y ventilatorios en grupos de alto riesgo (incluyendo insuficiencia cardíaca congestiva [ICC], isquemia miocárdica, valvulopatías, cardiopatías congénitas e hipertensión pulmonar).² Al tener mayor entendimiento sobre los efectos producidos por la insuflación abdominal durante las distintas fases de la cirugía

laparoscópica, la identificación de pacientes con mayor riesgo es posible, y por lo tanto deben plantearse distintas técnicas tanto quirúrgicas como anestésicas de manera individualizada.²

La cirugía laparoscópica ha introducido nuevos retos para el anestesiólogo, aunados a los efectos producidos por el neumoperitoneo sobre la circulación y función pulmonar, así como el peligro de embolismo aéreo venoso y los cambios producidos por posiciones extremas.¹⁵ Como el neumoperitoneo no es bien tolerado en pacientes despiertos, los procedimientos laparoscópicos por lo regular se llevan a cabo con anestesia general (intubación endotraqueal y ventilación mecánica).¹⁵ Esto con el propósito de asegurar la comodidad del paciente, prevenir broncoaspiración y mantener adecuada ventilación y oxigenación en el contexto de un neumoperitoneo.¹⁵ El uso de anestesia regional para procesos laparoscópicos suele reservarse para aquellos pacientes con riesgo alto a la anestesia general, pero ésta sigue siendo una opción válida en cirugía laparoscópica.¹⁵

CONCLUSIONES

A pesar de todas sus ventajas, los métodos laparoscópicos no son inocuos y en especial para pacientes de alto riesgo, pueden existir cambios hemodinámicos que comprometan su salud provocados por la posición quirúrgica y el neumoperitoneo. Tanto el anestesiólogo como todo el equipo quirúrgico deben conocer estos efectos.

Es importante tomar en cuenta todos los datos del paciente obtenidos durante la evaluación preoperatoria y la exploración física para tomar decisiones sobre la técnica anestésica más apropiada. Asimismo, se debe considerar que, si el paciente no es candidato a una técnica laparoscópica, ésta debe evitarse y usar de preferencia una técnica abierta. La seguridad del paciente debe ser primordial tanto para el anestesiólogo como para el cirujano, y la toma de decisiones debe hacerse en equipo para obtener el mayor beneficio para el paciente.

REFERENCIAS

1. Thangavelu R. Laparoscopy and anesthesia: A clinical review. *Saudi J Laparosc.* 2018; 3: 6-15.
2. Atkinson TM, Giraud GD, Togioka BM, Jones DB, Cigarroa JE. Cardiovascular and ventilatory consequences of laparoscopic surgery. *Circulation.* 2017; 135: 700-710.
3. Staehr-Rye AK, Rasmussen LS, Rosenberg J, Juul P, Lindekaer AL, Riber C et al. Surgical space conditions during low-pressure laparoscopic cholecystectomy with deep versus moderate neuromuscular blockade: a randomized clinical study. *Anesth Analg.* 2014; 119: 1084-1092.
4. Oti C, Mahendran M, Sabir N. Anaesthesia for laparoscopic surgery. *Br J Hosp Med (Lond).* 2016; 77: 24-28.

5. Linares Quevedo AI, Burgos Revilla FJ, Villafruela Sanz JJ, Zamora Romero J, Pascual Santos J, Marcén Letosa R et al. Análisis comparativo de las modificaciones hemodinámicas y del flujo sanguíneo renal (FSR) durante la nefrectomía abierta y laparoscópica: Modelo experimental. *Actas Urol Esp.* 2007; 31: 382-393.
6. O'Malley C, Cunningham AJ. Physiologic changes during laparoscopy. *Anesthesiol Clin North Am.* 2001; 19: 1-19. doi: 10.1016/s0889-8537(05)70208-x.
7. Larriva-Cerda MA, Valero-Gómez J, Alberto-Barrientos L, Castilleja-Leal F, Alonso-Morales L, González-Estavillo AC et al. Ventilación por presión vs ventilación por volumen y su impacto en el nivel de CO₂ expirado en una cirugía laparoscópica. *Rev Mex Anest.* 2012; 35: 181-185.
8. Schob OM, Allen DC, Benzel E, Curet MJ, Adams MS, Baldwin NG et al. A comparison of the pathophysiologic effects of carbon dioxide, nitrous oxide, and helium pneumoperitoneum on intracranial pressure. *Am J Surg.* 1996; 172: 248-253.
9. Josephs LG, Este-McDonald JR, Birkett DH, Hirsch EF. Diagnostic laparoscopy increases intracranial pressure. *J Trauma.* 1994; 36: 815-819.
10. Nagpal S, Halpern CH, Sims C, Calland JF, Gracias VH, Schuster JM et al. Decompressive laparotomy to treat intractable cerebral hypoxia. *J Trauma.* 2009; 67: E152-E155. doi: 10.1097/TA.0b013e3180593657.
11. Kamine TH, Papavassiliou E, Schneider BE. Effect of abdominal insufflation for laparoscopy on intracranial pressure. *JAMA Surg.* 2014; 149: 380-382. doi: 10.1001/jamasurg.2013.3024.
12. Park EY, Koo BN, Min KT, Nam SH. The effect of pneumoperitoneum in the steep Trendelenburg position on cerebral oxygenation. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2009; 53: 895-899.
13. Ding LL, Yuan WX, Mi WD, Zhang H. Anesthesia management of artificial intelligence-assisted surgery. *Int J Ane Res.* 2013; 8: 733-736.
14. Park SK, Son YG, Yoo S, Lim T, Kim WH, Kim JT. Deep vs. moderate neuromuscular blockade during laparoscopic surgery: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Anaesthesiol.* 2018; 35: 867-875.
15. Vretzakis G, Bareka M, Aretha D, Karanikolas M. Regional anesthesia for laparoscopic surgery: a narrative review. *J Anesth.* 2014; 28: 429-446.