Revista Médica del Hospital General de México

Volumen *Volume* 65 Número *Number* 3 Julio-Septiembre *July-September* 2002

*Artículo:*

# Complicaciones transoperatorias asociadas al capnoperitoneo en cirugía laparoscópica

Derechos reservados, Copyright © 2002:
Sociedad Médica del Hospital General de México, AC

**Otras secciones de este sitio:**

- Índice de este número
- Más revistas
- Búsqueda

***Others sections in this web site:***

- *Contents of this number*
- *More journals*
- *Search*

medigraphic.com

*REVISTA MEDICA DEL*
**HOSPITAL GENERAL**
*DE MEXICO, S.S.*

Vol. 65, Núm. 3 • Jul.-Sep. 2002
pp 149 - 158

# Complicaciones transoperatorias asociadas al capnoperitoneo en cirugía laparoscópica

**G Patricia López-Herranz***

RESUMEN

En la cirugía laparoscópica, se requiere de la insuflación de un gas para una adecuada exposición, visualización y manipulación del contenido abdominal. El gas que más se utiliza con este fin es el bióxido de carbono (capnoperitoneo). La introducción de agujas y trócares para la formación del capnoperitoneo y el mantenimiento de una presión intraabdominal elevada son elementos primordiales en la presentación de complicaciones potenciales transoperatorias. Las complicaciones más frecuentes son principalmente cardiovasculares como las arritmias, hipertensión arterial, embolismo gaseoso, paro cardiaco, etcétera, y/o respiratorias como la hipercarbia, hipoxemia, capnotórax, acidosis, etcétera. Sin embargo, existen otras menos populares como el enfisema subcutáneo, neuropatías, dolor escapular, hipotermia, entre otras, que también es necesario conocer.

**Palabras clave:** Laparoscopia, complicaciones, capnoperitoneo, cirugía, bióxido de carbono.

*ABSTRACT*

*In the laparoscopy surgery is required the insuflation for a suitable exhibition, visualization and manipulation of the abdominal content. The gas that is used more for this aim is carbon dioxide (capnoperitoneum). The introduction of needles and trocars for the formation of the capnoperitoneum and the maintenance of an intra-abdominal pressure (PIA) elevated, is fundamental elements in the presentation of transoperatory potential complications. More frequent complications are cardiovascular like arrhythmias, hypertension, gaseous embolism, cardiac arrest, etc, and/or respiratory like hypercarbia, hypoxaemia, capnothorax, acidosis, etc, mainly. Exists less well-known others like subcutaneous emphysema, neuropathy, escapular pain, hypothermia, etc, also been knowed.*

***Key words:*** *Laparoscopy, complications, capnoperitoneum, surgery, carbon dioxide.*

## INTRODUCCIÓN

Para permitir al cirujano laparoscopista una mejor exposición, visualización y manipulación del contenido abdominal en la cirugía laparoscópica, se requiere de gas dentro de la cavidad peritoneal. Se puede utilizar desde aire, oxígeno ($O_2$), óxido nitroso ($N_2O$), hasta helio (He) y argón (Ar). Sin embargo, por sus propiedades físicas, el gas que más comúnmente se utiliza para la insuflación es el bióxido de carbono ($CO_2$), con lo que se forma un capnoperitoneo, que puede alterar severamente la fisiología normal. No obstante, el capnoperitoneo se tolera bien en individuos sanos; por el contrario, en pacientes con patología preexistente aumenta el riesgo de complicaciones transoperatorias.

A pesar de que se considera a la cirugía laparoscópica como un procedimiento de “mínima invasión”, tiene complicaciones potenciales serias, que incluyen principalmente efectos cardiovasculares y pulmonares, entre otros, resultado principalmente de la introducción de trócares, presión intraabdominal (PIA) elevada e hipercarbia, originada por el capnoperitoneo. Algunas de estas consecuencias, aunque raras, son graves y probablemente fatales.

En este artículo, se consideraron las complicaciones que se asocian al capnoperitoneo durante la cirugía laparoscópica, su fisiopatología, la identificación temprana y la terapéutica a seguir para una resolución favorable.

* Servicio de Anestesiología. Hospital General de México, O.D.

## HISTORIA

Los procedimientos endoscópicos se iniciaron en 1805 cuando Bozzani realizó una exploración de uretra mediante un tubo sencillo y la luz de una vela. En América, Ruddock efectuó la primera laparoscopia en 1933 y en Europa, este procedimiento se empleó en los años cincuenta. Sin embargo, en Estados Unidos apareció hasta 1970. Al alemán Kurt Semm se le considera "el padre de la laparoscopia moderna". La cirugía laparoscópica se inició en 1962 con la fulguración de las trompas de Falopio realizada por Palmer. En 1987, Phillip Mouret, en Francia, introdujo la colecistectomía laparoscópica y un año después, Reddick y Olsen la inician en Estados Unidos. En la actualidad, este procedimiento es de gran utilidad para el cirujano, particularmente en el campo de la patología gastrointestinal.

## CREACIÓN DEL CAPNOPERITONEO

Los antecedentes sobre el neumoperitoneo (aire en la cavidad peritoneal) se remontan al año de 1890, cuando se utilizó para el tratamiento de la ascitis tuberculosa. George Kelling, en 1901, en Dresden, Alemania, realizó por primera vez la visualización telescópica de la cavidad abdominal en un perro, con la utilización de un citoscopio y aire filtrado a través de un algodón. Jacobaeus, en Estocolmo, hizo la primera laparoscopia con neumoperitoneo en humanos en 1910. Fue Zollikofer quien usó bióxido de carbono ($CO_2$) en 1924 para la insuflación peritoneal.[1]

El establecimiento de una adecuada separación de la pared abdominal de los órganos intraabdominales es primordial para una cirugía laparoscópica adecuada. En la actualidad, los cirujanos laparoscopistas utilizan la aguja de Veress para la insuflación de la cavidad peritoneal con modernos insufladores que regulan el flujo, volumen y presión intraabdominal (PIA) del $CO_2$, que no debe pasar de 15 mm Hg en cirugía de abdomen superior. No obstante, la creación del capnoperitoneo ($CO_2$ en la cavidad peritoneal), que se inicia desde la colocación de la aguja de Veress, puede dar lugar a múltiples complicaciones.

La cirugía laparoscópica se considera como un procedimiento seguro. Una revisión de más de 200,000 laparoscopias sugiere que las complicaciones serias que se producen durante las intervenciones quirúrgicas se pueden esperar en uno de 660 casos y una defunción por cada 2,000 casos.[2,3] En una serie europea, se reporta una tasa de morbilidad de 0.38% en colecistectomías laparoscópicas.[4] A nivel mundial, a través de los años, diversos autores refieren las tasas de morbimortalidad por diversas causas en un gran número de casos[5-15] *(Cuadro I)*.

## COMPLICACIONES EN CIRUGÍA LAPAROSCÓPICA ASOCIADAS AL CAPNOPERITONEO

Se atribuye que la mayor causa de morbimortalidad en cirugía laparoscópica, se relaciona con las complicaciones potenciales transoperatorias debidas a la creación del capnoperitoneo. Estas complicaciones que se presentan durante la insuflación de la cavidad peritoneal se deben usualmente a una incorrecta co-

**Cuadro I.** Porcentaje de complicaciones en cirugía laparoscópica.

| *Año* | *Autor* | *País* | *Procedimiento laparoscópico* | *Número de casos* | *Morbilidad (%)* | *Mortalidad (%)* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1966 | Bruhl W[5] | Alemania | Laparoscopias, biopsias hepáticas | 63,845 | 2.50 | 0.03 |
| 1970 | Arnold DJ[6] | EUA | Colecistectomías | 28,261 | 4.00 | 1.80 |
| 1976 | Mintz M[7] | EUA | Ginecológicas | 100,000 | 0.74 | 0.002 |
| 1988 | Peterson HB[8] | EUA | Ginecológicas | 36,928 | 1.54 | 0.0054 |
| 1991 | Deziel DJ[9] | EUA | Colecistectomías | 77,604 | 0.99 | 0.04 |
| 1991 | Meyers WC[10] | EUA | Colecistectomías | 1,518 | 5.10 | 0.07 |
| 1991 | Cuschieri A[11] | Europa | Colecistectomías | 1,236 | 1.60 | 0.00 |
| 1992 | Lehman-Willenbrock E[12] | Alemania | Ginecológicas | 260,206 | 0.11 | 0.0003 |
| 1993 | Kimura T[13] | Japón | Colecistectomías | 1,935 | 0.70 | 0.00 |
| 1994 | Croce E[14] | Italia | Colecistectomías | 6,865 | 2.53 | 0.06 |
| 1997 | Huang X[15] | China | Colecistectomías | 39,238 | 0.41 | 0.04 |

locación de la aguja de Veress, velocidad de flujo alta, a una posición quirúrgica inadecuada y/o exagerada; o bien, a una PIA alta, que alteran la hemodinamia, y que repercuten en particular en los pacientes con patología preexistente *(Cuadros II y III)*.

### A. *Complicaciones por la colocación de la aguja de Veress y del trócar*

La inserción de la aguja de Veress y del trócar constituye un aspecto técnico peligroso en la laparoscopia. Se reporta una incidencia de daño durante la colocación de 2.7 por 1,000 pacientes en laparoscopia ginecológica, y se requiere en la mayoría de los casos convertir a laparotomía para su manejo.[16]

I. Lesión vascular

a) **Laceración de grandes vasos:** En una gran revisión en la literatura de laparoscopia ginecológica, se encontró una incidencia de lesión vascular de 6.4 por 1,000 laparoscopias.[17] Un estudio en Estados Unidos, en una serie de 77,604 colecistectomías laparoscópicas, reportó 36 lesiones mayores a vasos retroperitoneales (tres fallecimientos), con una incidencia de cerca de 5 por 10,000 casos.

Estas lesiones se atribuyen principalmente a la inserción del trócar.[9] Las lesiones de grandes vasos ocurren durante la colocación de la aguja de Veress, o trócares, en 3 a 9 por 10,000 casos.[7] La aorta y las arterias iliacas comunes, son los vasos que tienen mayor riesgo de lesionarse. Usualmente se diagnostica por el retorno de sangre por la aguja de Veress o el trócar. Si se detecta lesión vascular mayor, se convierte a laparotomía para reparación quirúrgica del vaso.

b) **Lesión de vasos epigástricos superficiales y profundos:** Estas lesiones se diagnostican al observar sangre que gotea del trócar dentro del abdomen, o por la formación de hematoma alrededor del sitio del trócar. Si el sangrado es mínimo, se controla con coagulación del peritoneo parietal encima del trócar, o con la colocación de tracción mediante un catéter de Foley. Para un sangrado de moderado a severo, se sutura profundamente la pared abdominal.[17]

c) **Lesión de vasos de la pared abdominal:** Se identifica por lo regular en el periodo posoperatorio. Una disminución en el hematócrito, alerta al cirujano de la posibilidad de sangrado.

d) **Hematoma:** Equimosis o dolor alrededor del sitio del trócar, o masa palpable paramedial, son signos de hematoma del músculo recto. Se recomienda manejo conservador, con monitoreo del hematócrito y corrección de coagulopatías. O bien, exploración de la herida y ligadura del vaso.

Cuando se presenta este tipo de complicaciones, en especial la lesión a grandes vasos, es necesaria la colocación de una vía intravenosa de gran calibre o de un catéter central para una reposición volumétrica adecuada de urgencia.

**Cuadro II.** Complicaciones en cirugía laparoscópica asociadas a la colocación de la aguja de Veress o trócar.

| | |
|---|---|
| **I. Lesión vascular:** | Laceración de grandes vasos<br>Lesión de vasos epigástricos<br>Lesión de vasos de la pared abdominal<br>Hematoma |
| **II. Lesión visceral:** | Perforación gastrointestinal<br>Lesión urinaria |
| **III. Enfisema subcutáneo** | |

**Cuadro III.** Complicaciones en cirugía laparoscópica asociadas a la insuflación de bióxido de carbono.

*Cardiovasculares*

- Arritmias
- Hipertensión arterial
- Hipotensión arterial
- Embolismo gaseoso
- Paro cardiaco
- Capnopericardio
- Trombosis venosa profunda

*Respiratorias*

- Hipercarbia
- Hipoxemia
- Acidosis
- Capnotórax
- Capnomediastino
- Hidrocapnotórax
- Atelectasias
- Edema pulmonar

*Otras*

- Regurgitación de contenido gástrico
- Hipotermia
- Neuropatías
- Enfisema faríngeo
- Dolor escapular
- Presión intracraneal
- Isquemia intestinal
- Presión intraocular

II. Lesión visceral

a) **Perforación gastrointestinal:** Durante la introducción de la aguja de Veress o del trócar, se puede ocasionar daño al intestino delgado y grueso; así como también, se reportan lesiones de hígado, bazo, estómago y mesenterio.

1. *Perforación gástrica:* Ocurre cuando se introduce el trócar en estómago distendido por un ayuno inadecuado, intubación esofágica o durante la inducción de la anestesia con mascarilla. Esta complicación se prevé evitando la ingesta de alimentos por vía oral durante ocho horas antes de la cirugía y con la colocación de sonda orogástrica para descomprimir y evitar lesión gástrica.

2. *Perforación intestinal:* La perforación del intestino delgado y grueso por colocación del trócar o la aguja de Veress es más frecuente que la gástrica. Se reporta una incidencia de lesión intestinal durante la laparoscopia de 1-2.7 por 1,000 procedimientos.[17,18] La cirugía abdominal previa es un factor de riesgo para la lesión gastrointestinal. Los datos de perforación intestinal incluyen: aspiración de materia fecal por la aguja de Veress, olor fétido posterior a la insuflación, distensión abdominal, asimetría durante el capnoperitoneo y presión de insuflación alta. Se sugiere la colocación de un trócar de Hasson y preparación mecánica intestinal para prevenir daño gastrointestinal durante la laparoscopia. Las laceraciones pequeñas se reparan primariamente, lesiones más extensas requieren resección.

3. *Hernia omental:* Puede ocurrir herniación del intestino delgado o del mesenterio en el sitio de la inserción del trócar. La frecuencia es muy baja, 0.3 por 1,000 laparoscopias.[17] Se presenta de tres a siete días del posoperatorio, con síntomas de obstrucción parcial o total. Para evitar esta complicación deben utilizarse trócares pequeños, y remover los trócares bajo visión directa para identificar inmediatamente la hernia.

b) **Lesión urinaria:** Los reportes de lesión a la vejiga y uréter durante la cirugía laparoscópica ginecológica es poco común. En una serie de laparoscopias que se realizó en 1999, se encontró una incidencia de daño urinario de 2.5 por 1,000.

1. *Perforación vesical:* La vejiga puede ser perforada o lacerada por la aguja de Veress o el trócar. La aspiración de orina a través de la aguja es signo de perforación. Si el daño es menor, la colocación de drenaje y administración de antibióticos es suficiente. La mayoría de las lesiones vesicales se previenen mediante la descompresión con sonda de Foley previo a la cirugía.

2. *Lesión ureteral:* Es una complicación seria de la laparoscopia y, desafortunadamente, no se diagnostica durante la cirugía. La sintomatología es similar a la de una hernia encarcelada o lesión intestinal, y se presenta de uno a cinco días después de la cirugía. Durante la disección nodal pélvica laparoscópica, el potencial de lesión ureteral es significativo. Si se identifica una sección ureteral completa, se realiza laparotomía con reanastomosis o reimplante. La prevención y el reconocimiento de esta lesión es crítica. El conocimiento de la anatomía ureteral normal es básico, para evitar este tipo de lesiones.[19]

III. Enfisema subcutáneo

Esta complicación ocurre si el gas ($CO_2$) se inyecta dentro del tejido celular subcutáneo, secundario a la colocación inadecuada de la aguja de Veress, o a fuga del $CO_2$ alrededor del trócar. Usualmente es localizado, pero en casos severos se extiende a tronco, cuello, cara, escroto, o bien, se generaliza a todo el cuerpo y produce hipercarbia, capnotórax, capnopericardio o capnomediastino. Clínicamente, el enfisema subcutáneo se identifica por crepitación palpable o auscultación de un “crujido” sobre el área afectada. El capnoperitoneo se suspende de inmediato. Un enfisema discreto se reabsorbe gradualmente dentro de las 24 horas. Es conveniente, antes de la extubación, tomar telerradiografía de tórax y valorar la extensión del enfisema. Para evitar esta complicación, se sugiere utilizar instrumental sin fugas, técnica abierta de colocación de la aguja de Veress y del trócar, insuflador con un indicador que regule la presión y mantener una PIA adecuada (15 mm Hg).[20,21]

B. *Complicaciones por la creación del capnoperitoneo*

I. Cardiovasculares

La extensión de los cambios hemodinámicos asociados al capnoperitoneo dependen de la PIA, volumen de $CO_2$ que se absorbe, volumen intravascular, ventilación, condiciones quirúrgicas y agentes anestésicos.

a) **Arritmias:** Ocurren en un 25 a 47% durante la cirugía laparoscópica y, de éstas, un 30% corresponden a bradiarritmias. La absorción sistémica de $CO_2$

produce hipercarbia y acidosis, que estimula al sistema nervioso central (SNC) y libera catecolaminas que produce un cronotropismo e inotropismo positivos y origina taquicardia sinusal y extrasístoles ventriculares. Por otro lado, las bradiarritmias, que incluyen bradicardia sinusal, ritmo nodal e incluso asistolia, se atribuyen a una respuesta vagal secundaria a distensión abdominal e irritación peritoneal por la insuflación. El diagnóstico diferencial se realiza con el embolismo gaseoso, hipoxemia o inadecuado nivel anestésico. Las arritmias son frecuentemente transitorias, y la mayoría no tiene efectos adversos. Son tres veces más frecuentes con $CO_2$ que con óxido nitroso ($N_2O$), debido a la liberación de catecolaminas y acidosis. El tratamiento inicial de las arritmias durante la laparoscopia incluye reducción de la PIA e hiperventilación con oxígeno ($O_2$) al 100%. Se recomienda el uso de sulfato de atropina previo a la insuflación para evitar reflejo vagal. Las arritmias disminuyen, si el $CO_2$ se insufla a menos de 1 L por minuto (flujo bajo) y la $PaCO_2$ se mantiene dentro de rangos normales, con aumento de la ventilación mecánica. Los agentes bloqueadores beta reducen la frecuencia de arritmias durante la anestesia, pero no se recomienda de rutina.[22,23]

b) **Hipertensión arterial:** Ocurre por hipercarbia, secundaria a absorción de $CO_2$ por insuflación de este gas en la cavidad peritoneal. El aumento de $CO_2$ estimula al SNC que afecta directamente al miocardio, o indirectamente a la médula suprarrenal, con liberación de catecolaminas, que originan aumento en la contractilidad, frecuencia cardiaca, vasoconstricción de lechos periféricos e hipertensión. Una inadecuada profundidad anestésica también produce hipertensión. El manejo se encamina al incremento de la ventilación para restaurar la cifra de $CO_2$ a valores normales y disminuir la tensión arterial alta.[24]

c) **Hipotensión arterial:** La hipotensión ocurre como resultado de una respuesta vagal profunda a la distensión peritoneal rápida. Se desarrolla en un 12.8% durante el procedimiento.[25] Una PIA por arriba de 30 mm Hg disminuye el gasto cardiaco (GC) y la tensión arterial, por lo que es recomendable que la PIA no exceda de 15 mm Hg. El capnoperitoneo ocasiona aumento de la PIA y comprime la vena cava, con reducción del retorno venoso al corazón. Esto disminuye el gasto cardiaco y el volumen sanguíneo circulante y da como resultado hipotensión arterial. Por bradicardia también se produce sangrado, hipoxia, embolismo gaseoso o sobredosis anestésica. El tratamiento consiste en disminución de la PIA y aporte de cristaloides intravenosos.

d) **Embolismo gaseoso:** El embolismo gaseoso de $CO_2$ es una complicación afortunadamente rara de la laparoscopia, pero potencialmente fatal. Ocurre en 15 por 100,000 casos por año.

Una PIA dentro de valores normales y pequeñas cantidades de $CO_2$ en el espacio intravascular no son peligrosas, ya que el $CO_2$ es altamente soluble y se absorbe rápidamente por los vasos esplénicos. Sin embargo, una PIA excesiva, o un tiempo quirúrgico prolongado, aumentan la probabilidad de embolia gaseosa sintomática. Con una PIA alta, entran grandes cantidades de $CO_2$ en la circulación, con mayor facilidad si hay lesión vascular por traumatismo quirúrgico. Una infusión pequeña de aire (0.3 mL x $kg^{-1}$ x $min^{-1}$) se absorbe a través de las membranas alvéolo-capilares pulmonares, sin producir efectos clínicos. Con infusiones mayores, las burbujas de gas se alojan en las arteriolas pulmonares periféricas y provocan aglutinamiento de neutrófilos, activación de la cascada de la coagulación y agregación plaquetaria. La liberación de mediadores químicos produce vasoconstricción pulmonar, broncoespasmo y edema pulmonar. Las burbujas de gas atraen los depósitos de fibrina y los agregados de plaquetas obstruyen mecánicamente la vasculatura pulmonar con aumento de la resistencia vascular. El aumento de la poscarga en el corazón derecho conduce a falla cardiaca derecha aguda, con arritmias, cambios electrocardiográficos de isquemia miocárdica, hipotensión y presión central elevada. Si continúa la insuflación, puede ocurrir paro cardiaco. Los signos que se presentan en la embolia gaseosa incluyen: hipotensión, distensión yugular, taquicardia y un soplo en “rueda de molino” auscultado en región precordial. Además de hipoxemia, cianosis profunda en cabeza y cuello, una elevación súbita pero transitoria de la fracción espiratoria final de $CO_2$ ($FEFCO_2$) sugiere una obstrucción vascular pulmonar incompleta por el émbolo; mientras que una disminución repentina indica un bloqueo completo del flujo sanguíneo pulmonar. El tratamiento consiste en la suspensión inmediata de $CO_2$ y la liberación del capnoperitoneo. Se coloca en decúbito lateral izquierdo con la cabeza hacia abajo (Trendelenburg) para evitar que el gas que sale del ventrículo derecho entre en la arteria pulmonar. Se hiperventila con $O_2$ al 100% y se coloca una línea venosa central (catéter de Swan-Ganz) para intentar aspirar el gas. En caso de paro cardiaco, iniciar maniobras de resucitación.[26-28] Otros tratamientos incluyen oxígeno hiperbárico y derivación cardiopulmonar.[29] Como medidas preventivas se recomienda: colocación de estetoscopio esofágico y/o precordial,

capnografía, capnometría, oximetría de pulso, catéter venoso central, Doppler precordial y ecocardiografía transesofágica.

e) **Paro cardiaco:** Sucede como resultado a una distensión peritoneal rápida durante la insuflación de $CO_2$ en la laparoscopia. Los factores etiológicos son diversos: respuesta vaso-vagal profunda, embolismo gaseoso, arritmia cardiaca, capnotórax, PIA excesiva. Es conveniente un monitoreo constante que indique el desarrollo de la inestabilidad hemodinámica durante la creación del capnoperitoneo. En presencia de paro cardiaco, la insuflación se interrumpe y el capnoperitoneo se libera y se inician maniobras de resucitación.[30]

f) **Capnopericardio:** Casi siempre ocurre asociado a enfisema subcutáneo en pared anterior de tórax y cuello. El gas se empuja a través del hiato diafragmático dentro del pericardio y la pleura mediastinal por defectos congénitos. Se escucha un crujido mediastinal, causado por la presencia de aire. Una radiografía de tórax confirma el aire en mediastino y pericardio. No se reporta compromiso hemodinámico, pero potencialmente existe el riesgo.[31-34]

g) **Trombosis venosa profunda (TVP):** Es una complicación potencial en cualquier procedimiento quirúrgico. En la colecistectomía laparoscópica se presenta en menor proporción en relación con la colecistectomía abierta. Se reporta una incidencia de 0.2 por 1,000 casos. Millard y colaboradores demostraron que con PIA de 13 a 15 mm Hg y posición de Trendelenburg invertido (30º), que se usa en la laparoscopia de abdomen superior, hay disminución significativa en la velocidad sistólica pico de la vena femoral común, que representa una manifestación de estasis venosa. Para disminuir el riesgo de esta complicación, se recomienda vendaje compresivo de extremidades inferiores preoperatoriamente o botas de compresión neumática intermitente, técnica efectiva que disminuye la incidencia de TVP por prevención de estasis venosa y deambulación temprana en el posoperatorio.[35-37]

II. Pulmonares

a) **Hipercarbia:** Es una de las complicaciones más comunes durante la cirugía laparoscópica.

Se debe a un aumento de $CO_2$ por absorción subcutánea o transperitoneal del $CO_2$ de la insuflación. La magnitud está en relación con la solubilidad del gas, la PIA y duración de la distensión abdominal, en particular cuando existe patología pulmonar, y hay aumento en el espacio muerto ventilatorio, reducción del movimiento del diafragma y disminución de la eliminación pulmonar del gas. La hipercarbia se agrava, cuando se asocia capnotórax y edema pulmonar que altera la mecánica ventilatoria (aumenta la presión intratorácica y disminuye la ventilación pulmonar). La hipercarbia causa cambios hemodinámicos por su acción directa sobre el sistema cardiovascular e indirectamente en la médula suprarrenal. Las manifestaciones clínicas incluyen taquicardia, hipertensión, gasto cardiaco alto, RVS bajas y arritmias. El aumento en el consumo de $O_2$ miocárdico provoca isquemia. Las defunciones durante los procedimientos laparoscópicos ginecológicos se atribuyen a hipoventilación y retención de $CO_2$. El monitoreo continuo de la $FEFCO_2$ detecta a tiempo la hipercapnia y, de ser necesario, la gasometría arterial seriada corrobora la hipercarbia. Una insuflación lenta previene la hipercarbia. Si se presenta, el tratamiento consiste en hiperventilación y ajuste de los parámetros ventilatorios (aumento del volumen minuto), para mantener la $FEFCO_2$ dentro de cifras normales.[24]

b) **Hipoxemia:** Con presiones de 25 mm Hg se ejerce una presión de 50 kg sobre el diafragma, lo que limita la expansión pulmonar y disminuye la distensibilidad. En cirugía laparoscópica, una PIA alta y posición de Trendelenburg ocasiona que el contenido abdominal descanse sobre el diafragma, por lo que el volumen corriente (VC), la capacidad funcional residual (CFR), la capacidad vital (CV) y la capacidad pulmonar total (CPT) disminuyen. La presión de la vía aérea (PVA) aumenta, la distensibilidad pulmonar desciende y se produce un estancamiento sanguíneo que origina alteraciones en la ventilación/perfusión (V/Q) e hipoxemia. En la cirugía laparoscópica de abdomen superior, se utiliza la posición de Trendelenburg invertida o Fowler, lo que favorece la mecánica ventilatoria. El desarrollo de hipoxemia o alteraciones en la VQ se sospechan si desciende la saturación de $O_2$ en la pulso-oximetría ($SPO_2$), o si se requiere un incremento en la presión de inspiración para mantener la ventilación minuto a un nivel constante. El tratamiento con $O_2$ al 100%, hiperventilación, liberación del capnoperitoneo, auscultación del tórax, y verificación de la colocación del tubo orotraqueal son medidas útiles.[38,39]

c) **Acidosis:** La rápida absorción del $CO_2$ en la circulación sistémica de la cavidad peritoneal durante la laparoscopia, resulta en aumento de la $PaCO_2$ y disminución del pH arterial. La absorción potencial de cantidades significativas de $CO_2$ durante los procedimientos laparoscópicos hace imperativo el monitoreo de la $FEFCO_2$ transoperatoria, así como las

determinaciones seriadas de gasometrías arteriales. Cuando no se logra el control de la hipercarbia (mayor de 60 mm Hg), a pesar de instituir las medidas terapéuticas indicadas (hiperventilación y ajuste del VC), se evoluciona a acidosis respiratoria, que predispone a la aparición de arritmias, vasodilatación y depresión miocárdica. En estas condiciones, es necesaria la interrupción inmediata del capnoperitoneo y convertir el procedimiento laparoscópico a cirugía abierta.[38]

d) **Capnotórax:** Esta complicación se reporta en un 0.03% de casos,[5] por fuga a través de puntos débiles en el diafragma, como resultado de defectos congénitos pleuroperitoneales o lesiones transoperatorias del diafragma. Una PIA de 25 mm Hg, traduce una fuerza de 30 g/cm$^2$ y ejerce una presión de 50 kg en el diafragma. La insuflación del gas causa disección retroperitoneal y viaja a lo largo de los vasos dentro del mediastino y posteriormente progresa a capnotórax y/o enfisema subcutáneo. Para prevenir esta complicación, la PIA debe permanecer por debajo de 15 mm Hg. El examen clínico revela ruidos respiratorios asimétricos, estertores, enfisema subcutáneo de cuello, cara y tórax. Radiológicamente se observa desviación de la tráquea. El monitoreo de la presión de la vía aérea (PVA), FEF$CO_2$ y la $SPO_2$ es necesario. El diagnóstico se confirma con radiografía de tórax. El diagnóstico diferencial incluye una colocación inadecuada del tubo orotraqueal. El capnotórax leve, en ausencia de inestabilidad hemodinámica o insuficiencia respiratoria, se trata conservadoramente, ya que el gas se absorbe rápidamente. Si se desarrolla un capnotórax a tensión, el capnoperitoneo se suspende, se libera el existente y se descomprime la pleura con un tubo de toracotomía.[40-42]

e) **Capnomediastino:** Ocurre en 0.08% de los casos y se desarrolla por ruptura de una bula, o fuga de aire a través de los alvéolos distendidos, sin perforación de la pleura visceral. Se presenta con enfisema subcutáneo en cara y cuello, particularmente en cirugías prolongadas en posición de Trendelenburg invertido.[33]

f) **Hidrocapnotórax:** En presencia de ascitis e insuflación de gas en el peritoneo, se puede ocasionar hidrocapnotórax a tensión, por salida del líquido de ascitis dentro del espacio pleural, que se explica por pequeñas bulas en el hemidiafragma tendinoso y defectos diafragmáticos a través de los cuales el líquido cruza a la cavidad pleural. Con presión intrapleural negativa, el líquido se aspira en el tórax. El hidrocapnotórax causa disminución del retorno venoso, con incremento en la resistencia al flujo sanguíneo pulmonar, disminución del volumen latido, tensión arterial, gasto cardiaco y saturación de la mezcla de $O_2$ venoso. Hay deterioro cardiorrespiratorio con hipotensión, taquicardia e hipoxemia. Ante esta complicación, es imperativa la necesidad de suspender la insuflación y descomprimir el tórax, para restablecer la función ventilatoria.[43]

g) **Atelectasias:** Se observan en un 44% en estudios de tomografía computada posoperatoria. Estos hallazgos son el resultado de efectos compresivos en la cavidad torácica debido al capnoperitoneo y en la mayoría de los casos no tienen importancia clínica. La incidencia de microatelectasias focales y segmentarias fueron de 25% después de colecistectomía laparoscópica en comparación de 65% posterior a colecistectomía abierta.[1]

h) **Edema pulmonar:** Se produce por la absorción de líquidos cristaloides de irrigación durante la laparoscopia y también como resultado de disfunción miocárdica en pacientes con hipertensión o isquemia. Se reporta en un porcentaje de 0.34% en cirugía uterina endoscópica.[44]

III. Otras complicaciones

Se reportan complicaciones ocasionales durante el transoperatorio y posoperatorio relacionadas con los procedimientos laparoscópicos que también es esencial su conocimiento.

a) **Regurgitación de contenido gástrico:** En la colecistectomía laparoscópica, hay varios factores de riesgo que elevan la PIA y predisponen a la regurgitación y/o aspiración de contenido gástrico. Estos factores incluyen: posición, insuflación de gas y la presión que el cirujano ejerce en el abdomen. La intubación orotraqueal es obligatoria. También se recomienda ayuno, medicación preanestésica con estimulantes del vaciamiento gástrico, bloqueadores de los receptores $H_2$ y la colocación de una sonda de Levin (orogástrica) para prevenir esta complicación.[45,46]

b) **Hipotermia:** La hipotermia se acentúa durante la laparoscopia debido a la pérdida de calor por grandes volúmenes de gas. Cada 50 L de $CO_2$ insuflado baja la temperatura corporal 0.3º C. Sucede en un tercio de los pacientes cuando el procedimiento dura más de dos horas. Se previene con insuflación del $CO_2$ a 30º C. Los líquidos de irrigación se calientan para evitar hipotermia.[47,48]

c) **Neuropatías:** La compresión nerviosa es una complicación potencial en la laparoscopia. Se requieren múltiples posiciones, que resultan en neuropa-

tías de compresión transitorias. Se reportan lesiones nerviosas del nervio peroneal, femoral, cutáneo lateral y del plexo braquial. La hiperextensión de extremidades y las posiciones impropias deben evitarse para prevenir las lesiones.[49]

d) **Enfisema faríngeo:** Chien y colaboradores describen el desarrollo de enfisema subcutáneo cervicofacial y torácico en pacientes operados de plastia inguinal laparoscópica. Cuando ocurre enfisema cervicofacial significativo, es recomendable realizar laringoscopia antes de la extubación para evitar obstrucción de la vía aérea por la presencia del enfisema.[50]

e) **Dolor escapular:** Es una complicación relativamente frecuente en el periodo posoperatorio. En laparoscopia diagnóstica se reporta en 35 a 63% de los casos.[51]

Se produce por irritación del diafragma, por la conversión de $CO_2$ a ácido carbónico en la cavidad peritoneal; o bien, probablemente, por tracción en los ligamentos triangular o coronario del hígado, debido a la pérdida del efecto de succión del diafragma. Puede durar varios días.

La administración de anestésicos locales lidocaína o bupivacaína intraperitoneales durante la laparoscopia es un método no invasivo que reduce la intensidad del dolor.[52]

f) **Presión intracraneal:** Con la posición de Trendelenburg, la redistribución del volumen sanguíneo comprende un aumento en la presión y volumen cerebral. Con traumatismo craneal se requiere una PIA de aproximadamente 8 mm Hg para evitar complicaciones debidas a aumento de la presión intra craneana.[1]

g) **Isquemia intestinal:** Se desarrolla como resultado de la disminución sanguínea al intestino por aumento en la PIA.[53]

h) **Hemorragia retiniana:** La asociación con hipoxemia e hipercarbia origina esta complicación. La dilatación venosa retiniana se deteriora en la posición de Trendelenburg.[54]

## DISCUSIÓN

El notable avance tecnológico de la cirugía laparoscópica, proporciona un rápido conocimiento, gran popularidad, aceptación y éxito creciente en los últimos años. Como consecuencia, se realizan un mayor número de procedimientos quirúrgicos con esta técnica, debido a que las ventajas que ofrece son evidentes en la mayoría de los casos. Innovaciones laparoscópicas recientes como los retractores de la pared abdominal, que sustituyen a los gases, uso de PIA baja (8 mm Hg), cámaras tridimensionales, e incluso la aplicación de la robótica, que permite la cirugía a distancia (telemedicina), son adelantos que ya se implementan en esta nueva era.

Sin embargo, a pesar de que se considera a la cirugía laparoscópica como de “mínima invasión”, con múltiples beneficios posoperatorios, se presentan complicaciones que pueden ser leves, graves y en ocasiones con desenlaces fatales.

El análisis de un gran número de revisiones en el pasado milenio, reportan la morbilidad y mortalidad que se asocia a la cirugía laparoscópica, tanto ginecológica como gastroenterológica, en comparación con la cirugía abierta o convencional, y la disminución de la tasa de mortalidad al final de la década.[5-15]

No obstante, la presentación de complicaciones fatales, indican que el procedimiento no está exento de riesgos. La mayoría de las complicaciones en la laparoscopia se centran en un factor de gran relevancia, la insuflación del abdomen con $CO_2$ (capnoperitoneo). Durante el procedimiento laparoscópico, las complicaciones se deben especialmente a lesiones traumáticas que se ocasionan con la inserción de la aguja de Veress o del trócar, a cambios fisiológicos asociados a la creación del capnoperitoneo y a la posición, en particular, cuando la presión de distensión intraabdominal es mayor que los niveles recomendables.

La tasa de complicaciones mayores se sitúa habitualmente en el 1-2%, en la generalidad de las grandes series. Las lesiones vasculares representan una gran proporción de las complicaciones. La lesión de grandes vasos (aorta, vena cava, vasos iliacos), conduce a situaciones de urgencia. La lesión visceral es la segunda complicación traumática importante.

Si se presenta, requiere laparotomía inmediata para el tratamiento conveniente. Las arritmias, hipercarbia, acidosis, capnotórax, enfisema subcutáneo, embolismo gaseoso, etcétera, son complicaciones relacionadas con la laparoscopia, que están ampliamente descritas. Sin embargo, existen otras, poco comunes, como el hidrocapnotórax, hipotermia, enfisema faríngeo, que se tienen que considerar como complicaciones potenciales transoperatorias, para su reconocimiento y tratamiento oportuno.

Miles de procedimientos se ejecutan con esta técnica de forma segura. No obstante, ante la incidencia de complicaciones relacionadas al proceso quirúrgico, el anestesiólogo debe contar con el conocimiento de los cambios fisiopatológicos que se inducen con la laparoscopia y de todas las complicaciones para su pronta identificación y tratamiento oportuno. Así mismo, debe prepararse para recomendar la

conversión a cirugía abierta, si ocurren dificultades hemodinámicas o ventilatorias durante el procedimiento. Muchas de las complicaciones se pueden prevenir si hay una selección apropiada y una evaluación cuidadosa de la función cardiopulmonar, para excluir previamente condiciones patológicas, así como un continuo monitoreo y vigilancia perioperatoria. Los pacientes de alto riesgo deberán identificarse desde el principio.

El éxito depende de la selección, experiencia y habilidad del cirujano laparoscopista. En la decisión del manejo de las complicaciones, debe intervenir no únicamente el anestesiólogo, sino todo el equipo quirúrgico de común acuerdo para que, mediante una atención cuidadosa, se minimice la morbimortalidad, y se alcance la meta de proporcionar seguridad y efectividad en la cirugía de "mínima invasión".

## BIBLIOGRAFÍA


1. Sharma KC, Kabinokk G, Ducheine Y, Tierney J, Brandstetter RD. Laparoscopic surgery and its potential for medical complications. *Heart and Lung* 1997; 26: 52-67.
2. Nord HJ. Complications of laparoscopy. *Endoscopy* 1992; 24: 693-700.
3. Fishburne J. Anesthesia for laparoscopy: considerations, complications and techniques. *J Reprod Med* 1978; 21: 37-40.
4. Bongard F, Dubeckz S, Klein S. Complications of therapeutic laparoscopy. *Curr Probl Surg* 1994; 131: 857-924.
5. Bruhl W. Complications of laparoscopy and liver biopsy under vision; the results of a survey. *Ger Med Mon* 1967; 12: 31-32.
6. Arnold DJ, Zollinger RW, Bartlett RM. 28,261 cholecystectomies in Ohio. *Am J Surg* 1970; 119: 714-717.
7. Mintz M. Risks and prophylaxis in laparoscopy: A survey of 100,000 cases. *J Reprod Med* 1977; 18: 269-572.
8. Peterson HB, Hulka JF, Phillips JM. American Association of Gynecologic Laparoscopists 1988 memberships survey on operative laparoscopy. *J Reprod Med* 1998; 35: 587-590.
9. Deziel DJ, Millikan KW, Economou SG, Douglas A, Ko ST, Arian MC. Complications of laparoscopic cholecystectomy: a national survey of 4,292 hospitals and an analysis of 77,604 cases. *Am J Surg* 1993; 165: 9-14.
10. Meyers WC. A prospective analysis of 1,518 laparoscopic cholecystectomies. *New Engl J Med* 1991; 324: 1073-1078.
11. Cuschieri A, Dubois F, Mouiel J, Mouret P, Becker H, Buess G et al. The European experience with laparoscopic cholecystectomy. *Am J Surg* 1991; 161: 385-387.
12. Lehman-Willenbrock E, Riedel HH, Mecke H, Semm K. Pelvioscopy/laparoscopy and its complications in Germany, 1949-1988. *J Reprod Med* 1992; 37: 671-677.
13. Kimura T, Kimura K, Suzuki K, Sakai S, Ohtomo Y, Sakuramachi S et al. Laparoscopic cholecystectomy: the Japanese experience. *Surg Laparosc Endosc* 1993; 3: 194-198.
14. Croce E, Azzola M, Golia M, Russo R, Pompa C. Laparocholecystectomy. 6,865 cases from Italian institutions. *Surg Endosc* 1994; 8: 1088-1091.
15. Huang X, Feng Y, Huang Z. Complications of laparoscopic cholecystectomy in China: analysis of 39,238 cases. *Chin Med J* 1997; 110: 704-706.
16. Phillips J, Keith D, Hulka J, Hulka B, Keith L. Gynecologic laparoscopy in 1975. *J Reprod Med* 1976; 16: 105-117.
17. Chamberlain GVP, Carron-Brown J. *Gynaecological laparoscopy.* London: Royal College of Obstetricians and Gynaecologists, 1978.
18. Green LS, Loughlin KR, Kavoussi LR. Management of epigastric vessel injury during laparoscopy. *J Endourol* 1992; 6: 99-101.
19. Capelouto CC, Kavoussi LR. Complications of laparoscopic surgery. *Urology* 1993; 42: 2-12.
20. Raleigh B, Kent III. Subcutaneous emphysema and hypercarbia following laparoscopic cholecystectomy. *Arch Surg* 1991; 126: 1154-1156.
21. Bandai Y, Ohtomo Y, Shimomura K, Nayeem SA, Idezuki Y. Extensive subcutaneous emphysema and hipercapnia during laparoscopic cholecystectomy: Two cases reports. *Surg Laparosc Endosc* 1995; 5: 183-187.
22. Scott DB, Julian DG. Observations on cardiac arrhythmias during laparoscopy. *Br Med J* 1972; 1: 411-413.
23. Burns JMA, Hart DM, Hughes RL, Kelman AW, Hillis WS. Effects of nadolol on arrhythmias during laparoscopy performed under general anaesthesia. *Br J Anaesth* 1988; 61: 345-346.
24. Wittgen CM, Andrus CH, Fitzgerald SD, Baudendistel LJ, Dasm TE, Kaminski DL. Analysis of the hemodynamic and ventilatory effects of laparoscopic cholecystectomy. *Arch Surg* 1991; 126: 997-1001.
25. Rose DK, Cohen MM, Soutter DI. Laparoscopic cholecystectomy: The anaesthetist's point of view. *Can J Anaesth* 1992; 39: 809-815.
26. Clark CC, Welks DB, Gudson JP. Venous carbon dioxide embolism during laparoscopy. *Anesth Analg* 1977; 56: 650-652.
27. Root B, Levy MN, Pollack S, Lubert M, Pathak K. Gas embolism death after laparoscopy delayed by "trapping" in portal circulation. *Anesth Analg* 1978; 57: 232-237.
28. Yacoub OF, Cardona I, Coveler LA, Dodson MG. Carbon dioxide embolism during laparoscopy. *Anesthesiology* 1982; 57: 533-535.
29. Diakun TA. Successful resuscitation following carbon dioxide embolism using cardiopulmonary bypass. *Anesthesiology* 1991; 74: 1151-1153.
30. Crist DW, Gadacz TR. Complications of laparoscopic surgery. *Surg Clin North Am* 1993; 73: 265-289.
31. Nicholson D, Berman N. Pneumopericardium following laparoscopy. *Chest* 1979; 76: 605-607.
32. Knos GB, Sung Y-F, Toledo A. Pneumopericardium associated with laparoscopy. *J Clin Anesth* 1991; 3: 56-59.
33. Pauscal JB, Baranda MM, Tarrero MT, Gutiérrez MFM, Garrido IM, Errasti CA. Subcutaneous emphysema, pneumomediastinum, bilateral pneumothorax and pneumopericardium after laparoscopy. *Endoscopy* 1990; 22: 59.
34. Herrerias JM, Ariza A, Garrido M. An unusual complication of laparoscopy: pneumopericardium. *Endoscopy* 1980; 12: 254-255.
35. Jorgensen JO, Hanel K, Lalak NJ, Hunt DR, North L, Morris DL. Thromboembolic complications of laparoscopic cholecystectomy. *Br Med J* 1993; 306: 518-519.
36. Lindberg F, Bergavist D, Rasmussen I. Incidence of thromboembolic complications after laparoscopic cholecystectomy: Review of the literature. *Surg Laparosc Endosc* 1997; 17: 324-325.
37. Millard JA, Hill BB, Cook PS, Fenoglio ME, Stahlgren LH. Intermittent sequential pneumatic compression in preven-

tion of venous stasis associated with pneumoperitoneum during laparoscopic cholecystectomy. *Arch Surg* 1993; 128: 914-919.
38. Puri GD, Singh H. Ventilatory effects of laparoscopy under general anaesthesia. *Br J Anaesth* 1992; 68: 211-213.
39. Bardoczky GI, Engelman E, Lavarlet M, Simon P. Ventilatory effects of pneumoperitoneum monitored with continuous spirometry. *Anaesthesia* 1993; 48: 309-311.
40. Day CJE, Parker MRJ, Cloote AH. Pneumothorax during fundoplication. *Can J Anaesth* 1995; 42: 556-557.
41. Makinen MT, Yli-Hankala A, Kansanaho M. Early detection of $CO_2$ pneumothorax with continuous spirometry during laparoscopy fundoplication. *Acta Anesthesiol Scand* 1995; 39: 411-413.
42. Gabbott DA, Dunkley AB, Roberts FL. Carbon dioxide pneumothorax occurring during laparoscopic cholecystectomy. *Anesthesia* 1993; 47: 587-588.
43. McConnell MS, Finn JC, Feeley TW. Tension hydrothorax during laparoscopy. *Anesthesiology* 1994; 80: 1390-1393.
44. Hulka JF, Peterson HB, Phillips JM, Surrey MW. Operative hysteroscopy: American Association of Gynecologists and Laparoscopists 1991 membership survey. *J Reprod Med* 1993; 38: 572-573.
45. Duffy BL. Regurgitation during pelvic laparoscopy. *Br J Anaesth* 1979; 51: 1089-1090.
46. Tay HS, Chiu HH. Acid aspiration during laparoscopy. *Anesth Intensive Care* 1989; 6: 134.
47. Ott DE. Laparoscopic hypothermia. *J Laparoendosc Surg* 1991; 1: 127-131.
48. Huntington TYR, LeMaster CB. Laparoscopic hypothermia: heat loss form insufflation gas flow. *Surg Laparoscosc Endosc* 1997; 7: 153-155.
49. Johnston RV, Lawson NW, Nealson WH. Lower extremity neuropathy after laparoscopic cholecystectomy. *Anesthesiology* 1992; 77: 835.
50. Chien GL, Soefer BE. Pharyngeal emphysema with airway obstruction as a consequence of laparoscopic inguinal herniorrhaphy. *Anesth Anaig* 1995; 80: 201-203.
51. Dobbs FF, Kumar V, Alexander JI, Hull MGR. Pain after laparoscopy related to posture and ring *versus* clip sterilization. *Br J Obstet Gynaecol* 1987; 94: 262-266.
52. Narchi P, Benhamous D, Fernández H. Intraperitoneal local anaesthetic for shoulder pain after day-case laparoscopy. *Lancet* 1991; 338: 1569-1570.
53. Pianim NA, Dubecz S, Bongard FS, Klein S. Bowel hypoxia during pneumoperitoneum: effect of gas and pressure. *Surg Forum* 1992; 5: 17-119.
54. Stow PJ. Retineal Hemorrhage following laparoscopy. *Anaesthesia* 1986; 965-966.

*Dirección para correspondencia:*

**Dra. G Patricia López-Herranz**
Hospital General de México
Servicio de Anestesiología
Dr. Balmis núm. 148
Col. Doctores.
06726 México, D.F.