



Artículo de revisión

Síndrome de dolor de hombros poslaparoscopia: revisión narrativa

Post-laparoscopic shoulder pain syndrome: a narrative review

Denzil Eduardo Garteiz-Martínez*

* Editor en Jefe de la Revista Mexicana de Cirugía Endoscópica. Cirujano General, Maestro en Ciencias. Hospital Ángeles Lomas. ORCID: 0000-0002-8479-4076.

RESUMEN

La omalgia en el posoperatorio de los procedimientos laparoscópicos se presenta en 35 a 80% de los casos mientras que prácticamente no se reporta en las técnicas de cirugía abierta. Es importante entender cuáles son las posibles causas que lo originan y los factores que se han asociado con su presencia, para poder diseñar métodos que prevengan o controlen este problema. En esta revisión narrativa se describen los resultados de los principales estudios acerca de la etiología del síndrome de dolor de hombros poslaparoscópico.

Palabras clave: omalgia, síndrome de dolor de hombros poslaparoscópico, laparoscopia.

ABSTRACT

Postoperative omalgia after laparoscopic procedures presents in 35 to 80% of cases while being practically absent in open surgical techniques. It is important to understand what its possible causes are, and which factors have been associated to its presence, to be able posteriorly, to design methods that prevent or control this problem. This review describes the results of the main studies which have reported on the etiology of the postoperative shoulder pain syndrome.

Keywords: omalgia, postoperative shoulder pain syndrome, laparoscopy.

INTRODUCCIÓN

Una de las ventajas más reconocidas de la cirugía laparoscópica, comparada con su contraparte de cirugía abierta tradicional, es la disminución general del dolor posoperatorio gracias a la reducción en el tamaño de las incisiones quirúrgicas y la menor respuesta inflamatoria que se produce. Sin embargo, el dolor de hombros que se observa después de estos procedimientos es una ocurrencia

casi exclusiva del abordaje laparoscópico y representa un problema clínico común.

La frecuencia de presentación del dolor de hombros poslaparoscopia ha motivado gran diversidad de estudios para tratar de determinar qué lo origina y cuáles son los factores que pueden estar relacionados con su fisiopatología. Aunque aún no existen consensos o pruebas contundentes al respecto, es importante conocer los resultados de estos estudios para así poder desarrollar

Recibido: 10/08/2022. Aceptado: 10/08/2022.

Correspondencia: **Dr. Denzil Eduardo Garteiz-Martínez**

E-mail: denzilgarteiz@yahoo.com

Citar como: Garteiz-Martínez DE. Síndrome de dolor de hombros poslaparoscopia: revisión narrativa. Rev Mex Cir Endoscop. 2022; 23 (1-2): 24-30. <https://dx.doi.org/10.35366/108101>



mejores medidas en su prevención y tratamiento. Esta revisión narrativa resume los puntos más importantes sobre este tema.

TIPOS DE DOLOR POSOPERATORIO EN CIRUGÍA LAPAROSCÓPICA

El dolor que presentan los pacientes sometidos a procedimientos laparoscópicos se conoce como multimodal ya que se puede dividir, según el sitio de su origen, en visceral, somático o referido (*Tabla 1*). El dolor de hombros corresponde a esta última clasificación. Descrito desde 1980 como «síndrome de dolor poslaparoscopia», la presencia de omalgia fue demostrada en pacientes sometidos a procedimientos laparoscópicos, en asociación con el hallazgo de datos radiológicos compatibles con aire libre subdiafragmático, provocado por el CO₂ residual del neumoperitoneo.¹

EPIDEMIOLOGÍA DEL DOLOR DE HOMBROS POSLAPAROSCÓPICO

Los estudios que reportan la incidencia de dolor de hombros en el posoperatorio de procedimientos laparoscópicos van desde 35 hasta 80% de los casos.²⁻⁴ Este tipo de dolor, aunque suele ser transitorio y de corta duración, en ocasiones se ha reportado que persiste durante varios días⁵ y es tan importante que algunos pacientes refieren mayor molestia en los hombros, que dolor intraabdominal o en las incisiones quirúrgicas.⁶

La omalgia puede ser bilateral, pero suele ser más frecuente del lado derecho. Se ha reportado que es más común en procedimientos que involucran el hiato diafragmático, como los procedimientos antirreflujo o bariátricos⁷ pero puede presentarse en cualquier tipo de técnica laparoscópica. No existe predominio específico de acuerdo con el sexo o edad de los pacientes y aunque se han mencionado observaciones clínicas sobre su relación

con el índice de masa o la constitución corporal, no existe evidencia científica al respecto.

TEORÍAS FISIOPATOLÓGICAS QUE EXPLICAN EL ORIGEN DEL DOLOR DE HOMBROS

La causa precisa del dolor de hombros poslaparoscopia no se conoce. Antes de que existiera la laparoscopia, ya se había descrito un efecto clínico similar, conocido como el signo de Kehr,⁸ en donde el dolor del hombro es provocado por la presencia de sangre o abscesos en el espacio subdiafragmático, teóricamente secundario a irritación nociceptiva del nervio frénico.

Existen diversas teorías acerca de la fisiopatología del dolor de hombros poslaparoscopia y la mayoría apuntan a que es provocado por el neumoperitoneo. La teoría más aceptada es que el bióxido de carbono retenido en el abdomen (durante y después de la cirugía) produce irritación del nervio frénico y como consecuencia, dolor en la región del dermatoma C4.⁹ Es un típico dolor referido que se localiza en un sitio diferente (hombro) al del sitio del estímulo nociceptivo (diafragma) y ocurre porque las dos áreas comparten vías comunes de inervación y la percepción central del dolor se ve afectada (*Figura 1*).¹⁰

Se desconoce si la irritación del nervio frénico es producto de la acidosis local ocasionada por el CO₂ o si se debe al estiramiento del nervio. Algunos autores sugieren que el CO₂ se convierte en ácido carbónico en la superficie húmeda del peritoneo y genera irritación frénica,¹¹ pero la teoría de que el dolor es secundario a la disminución del pH causado por el CO₂ no ha sido demostrada. También se ha postulado que el dolor es a causa del estiramiento del diafragma, con la consecuente ruptura de fibras musculares y vasos sanguíneos pequeños, así como la tracción traumática del nervio y la liberación de mediadores inflamatorios locales.¹² Aunque la etiología exacta no se conoce, existen diversos factores que sí han sido asociados a la presencia de omalgia y en ellos se basan la mayoría de las medidas para prevenirlo y tratarlo.

Tabla 1: Tipos de dolor poslaparoscopia.¹

Tipo de dolor	Causa
Visceral	Procedente de los órganos internos o vísceras (ejemplos: vesícula biliar, intestino, hígado, etcétera). Provocado por la manipulación e inflamación del procedimiento quirúrgico. Habitualmente es de tipo cólico, intermitente y de intensidad variable.
Somático	Procedente de cualquier tejido del cuerpo o estructura no visceral (ejemplos: pared abdominal, músculo, hueso, etcétera). Provocado por las incisiones laparoscópicas y la manipulación de los trocares y puertos utilizados.
Referido	Dolor percibido en un sitio diferente al de donde se origina. Provocado por la estimulación de terminaciones nerviosas comunes entre ambos sitios (ejemplo: dolor de hombros poslaparoscopia).

Figura 1:

- A) Las flechas apuntan a vías comunes de inervación entre el diafragma y el cuello.
- B) El área sombreada representa sitio de percepción del dolor referido hacia los hombros.

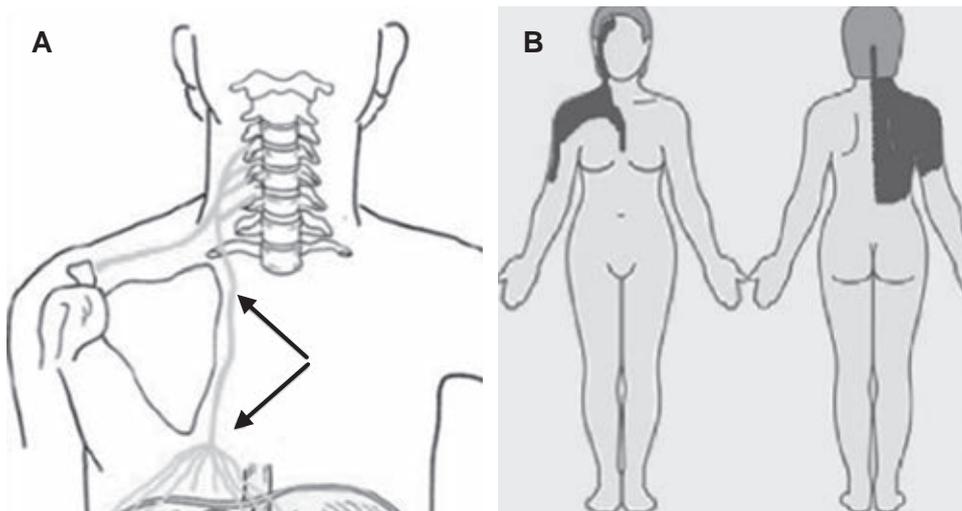


Tabla 2: Factores que pueden contribuir al dolor de hombros y su sustento científico actual (no sustentado = reportado como observación clínica, pero sin estudios que lo corroboren o lo hayan demostrado).

Variable	Efecto observado	Evidencia
Volumen de gas residual	A mayor volumen, mayor dolor	Sustentado
Volumen de CO ₂ utilizado durante la cirugía	A mayor volumen, mayor dolor	No sustentado
Duración de la cirugía	A mayor tiempo, mayor dolor	No sustentado
Presión de neumoperitoneo	A mayor presión, mayor dolor	No sustentado
Duración de gas residual	1-2 días promedio (máximo 14 días)	Sustentado
Distribución de gas residual	Predomina lado derecho	Sustentado
Posición del paciente en cirugía	– Trendelenburg: menos dolor – Fowler: más dolor	No sustentado No sustentado
Posición del paciente después de cirugía	Aumento de dolor al iniciar ambulación o sentarse erguido	No sustentado
IMC/constitución corporal	– A mayor IMC, menor dolor – Entre más tensa la pared abdominal, mayor dolor	No sustentado No sustentado
Percepción individual/umbral	Varía entre pacientes	Sustentado

IMC = índice de masa corporal.

FACTORES QUE PUEDEN CONTRIBUIR AL DOLOR DE HOMBROS POSLAPAROSCOPÍA

Existen diversas observaciones clínicas que se han asociado a la presencia o la intensidad del dolor de hombros poslaparoscopia. La mayoría de ellas son variables directamente relacionadas a los efectos del neumoperitoneo y otras tienen que ver con la percepción individual o umbral de dolor de cada paciente (Tabla 2). No todas las variables han sido estudiadas con métodos científicos y, por lo tanto, es difícil concluir sobre el impacto de cada una en la etiología del dolor. A continuación, comentamos sobre cada una de ellas, empezando por las que tienen sustento científico documentado.

Volumen de gas residual en el espacio subdiafragmático

Existe mucha evidencia de que el dolor de hombros posoperatorio está asociado con la presencia y el volumen de gas residual en el espacio subdiafragmático. Después de las observaciones iniciales de Riedel,¹ en 1995 Jackson y colaboradores demostraron que existe correlación positiva entre la severidad del dolor y la cantidad de aire libre detectado por radiología en el periodo posoperatorio. En su publicación, analizaron a 20 pacientes sometidas a procedimientos ginecológicos laparoscópicos ambulatorios, a las cuales se les realizó radiografía de tórax antes de su egreso. Registraron la presencia de dolor de hombros

posoperatorio y lo correlacionaron con la presencia de aire libre subdiafragmático y encontraron correlación con significancia estadística ($r = 0.577$, $p = 0.0008$) entre el volumen de la burbuja aérea en el espacio subdiafragmático derecho y el dolor de hombro de ese mismo lado.⁹

Después, un estudio con 203 pacientes, también sometidos a procedimientos ginecológicos, en donde midieron el volumen residual de CO_2 en una radiografía de tórax tomada a las 24 horas del procedimiento, demostró de nuevo correlación positiva entre dolor y volumen residual ($r = 0.735$, $p < 0.001$), así como diferencia significativa en la intensidad de dolor en los casos de alta cantidad de gas retenido.¹³

Otros ejemplos incluyen un estudio en pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica, donde se demostró que existe relación entre la cantidad de gas residual y la intensidad de la omalgia¹⁴ y uno más, realizado por nuestro grupo, en donde no sólo se corroboró la correlación entre volumen de gas residual e intensidad de dolor ($r = 0.54$, $p = 0.000$), sino también la reducción significativa del dolor cuando se aplican maniobras para extraer el gas de la cavidad abdominal.¹⁵ Por último, hay estudios que han demostrado que el volumen de gas residual también influye en la duración del dolor posoperatorio, a mayor volumen, mayor duración del dolor.^{4,14}

Presión de neumoperitoneo utilizada en la cirugía

Desde los inicios de la laparoscopia se estableció con claridad que una presión muy elevada de neumoperitoneo podía causar complicaciones serias, sobre todo de tipo cardiopulmonar. Las presiones aceptadas en la actualidad para trabajar en forma segura oscilan entre 8 y 15 mmHg (promedio utilizado: 12 mmHg). A pesar de esto, una de las variables que ha sido implicada como posible causante del dolor de hombros en el posoperatorio es la presión intraabdominal utilizada durante el procedimiento laparoscópico.

Bhattacharjee y colaboradores estudiaron 80 pacientes sometidos a colecistectomía laparoscópica, divididos en dos grupos: unos operados con presión de 14 mmHg y otros con presiones de entre 9 y 10 mmHg. Ellos reportaron reducción significativa del dolor de 57.5 a 22.5% (IC 95% 17.5, 57.5), $p < 0.001$, en el grupo de presión más baja. Esto representa un riesgo relativo de presentar dolor de 2.7 (IC95% 1.4, 5.0) cuando la presión es más alta.¹⁶ Sus hallazgos sugieren que la fisiopatología del dolor está relacionada con presión a la que es sometido el diafragma y al estiramiento del nervio frénico provocado por el CO_2 .

Un ensayo clínico controlado, con 160 pacientes divididos en dos grupos, demostró que el grupo sometido a presiones menores de 10 mmHg (comparado con

> de 10 mmHg) presentó menos frecuencia de dolor (7.5 vs 23.8%, $p = 0.005$) y disminución en la intensidad de dolor en una escala visual análoga de 0.28 ± 0.90 vs 1.31 ± 2.30 , ($p = 0.001$).¹⁷

Estudios como los que se mencionaron en los párrafos anteriores han hecho que actualmente, las guías de la Asociación Europea de Cirugía Endoscópica recomienden utilizar la presión más baja posible en los procedimientos laparoscópicos,¹⁸ sin que esto comprometa la visibilidad durante la cirugía. No obstante, una revisión sistemática publicada en 2016, realizada bajo los principios de PRISMA y utilizando como fuentes las bases de datos de MEDLINE, EMBASE y Cochrane, analizó los resultados de 42 ensayos clínicos controlados y concluyó que la evidencia de que el uso de presiones bajas contribuyen a la disminución del dolor posoperatorio es pobre y que se requieren más estudios para comprobarlo.¹⁹

Duración de la exposición al neumoperitoneo

Entre las variables asociadas al neumoperitoneo que en teoría pueden influir en el dolor posoperatorio se debe considerar la duración del procedimiento quirúrgico y como consecuencia el efecto del tiempo de exposición del diafragma o nervio frénico al CO_2 . Kandil y colaboradores encontraron que la incidencia de dolor de hombros fue significativamente mayor en cirugías con duración mayor a los 45 minutos (76.7 vs 55.7%, $p = 0.04$) y por lo tanto concluyeron que una de las formas de prevenir la omalgia es reducir el tiempo quirúrgico.¹² Es obvio que esto no es una sugerencia práctica ya que no siempre se pueden hacer procedimientos en menos de 45 minutos.

Por el contrario, otro ensayo clínico controlado, aleatorizado y doble ciego, con 100 pacientes sometidos a colecistectomía, reportó resultados opuestos: mayor dolor en el grupo de pacientes donde la cirugía tuvo duración menor de una hora comparados con los de más de una hora. En este estudio, la correlación entre duración de la cirugía y el dolor de hombros no mostró significancia estadística ($p = 0.7$).²⁰

Estos resultados contradictorios evitan poder establecer con claridad los efectos de la duración a la exposición al CO_2 como factor causal de la omalgia.

Distribución intraabdominal del neumoperitoneo

Aunque el neumoperitoneo inducido durante la laparoscopia presenta distribución del gas intraperitoneal uniforme y afecta ambos lados del diafragma, la presencia radiológica de CO_2 residual es más común del lado derecho.^{9,21} Clínicamente también es común observar que cuando los pacientes presentan dolor de hombros en el posoperatorio,

éste suele ser más frecuente del lado derecho y cuando presentan dolor en ambos hombros, en general también se encuentra aire libre en ambos hemidiafragmas.¹⁵ Es posible que esto sea debido a que, en el lado derecho el gas queda atrapado entre el diafragma y el hígado, mientras que del lado izquierdo es menos probable que el aire quede atrapado ya que el fondo gástrico puede colapsarse y permitir que se distribuya el gas al resto del abdomen. El CO₂ residual en la cavidad abdominal es eventualmente absorbido a través del peritoneo hacia el torrente sanguíneo y eliminado por la vía respiratoria.²²

Tipo de cirugía realizada y posición del paciente durante la cirugía

En cirugía laparoscópica, la posición del paciente es muy importante y puede variar de acuerdo con el procedimiento que se vaya a realizar. Los pacientes por lo común se fijan firmemente a la mesa de operaciones para poder establecer posiciones que ayuden a desplazar las vísceras y mejorar el espacio de trabajo. Así, por ejemplo, en las cirugías de abdomen superior como la colecistectomía, la funduplicatura o las técnicas bariátricas, el paciente se coloca en posición de Trendelenburg-invertido para desplazar el epiplón, el colon transverso y el intestino delgado en dirección caudal. En estos casos hay mayor acumulación y presión de gas en la parte superior del abdomen, con la consecuente mayor distensibilidad del diafragma y mayor posibilidad de que quede gas residual en esta zona al terminar la intervención. Por otra parte, en las operaciones de abdomen bajo como la hernioplastia, la apendicectomía o las ginecológicas, el paciente se coloca en posición de Trendelenburg, logrando el efecto contrario. En estos casos el hígado y las vísceras se mantienen comprimidas contra el diafragma durante todo el proceso y es probable que esto evite la sobredistensión o la retención de gas en esta zona.

En el caso particular de los procedimientos antirreflujo o los bariátricos, en donde existe mayor manipulación del hiato diafragmático (incluyendo cierto grado de disección hacia el mediastino), se ha observado mayor incidencia e intensidad de dolor de hombros que en otros métodos en donde no se trabaja sobre el diafragma.⁷ Estas observaciones han llevado a algunos autores²⁰ a sugerir que la posición del paciente durante la intervención puede tener influencia sobre la presencia de dolor de hombros, aunque no existen estudios publicados al respecto.

Posición del paciente después de la cirugía

Algunos autores han observado que el dolor de hombros no se presenta en el posoperatorio inmediato, sino que los pacientes lo suelen referir después de algunas horas de

terminada la cirugía. La explicación más lógica sería que en las primeras horas el paciente aún puede tener efectos analgésicos de la anestesia. Otra explicación podría ser que cuando el paciente cambia del decúbito dorsal (recién operado) a la posición de Fowler (sentado en cama) o se pone de pie para iniciar la ambulancia, el gas residual se eleva y se atrapa en el espacio subfrénico.²⁰ Por otra parte, hay autores que sugieren que cuando se mide el dolor de hombros posoperatorio se debe tomar en cuenta si el paciente se encuentra en reposo, en movimiento o con cambios de postura, ya que esto puede afectar la respuesta en una escala visual análoga de dolor.¹⁰ Y por último, existe un estudio interesante en el que reportan disminución importante del dolor de hombros posoperatorio cuando mantienen a los pacientes en posición de Trendelenburg durante las primeras 24 horas después de la cirugía, teóricamente evitando la acumulación de gas residual por debajo del diafragma.²³

Índice de masa corporal y constitución física del paciente

En los artículos revisados sobre dolor de hombros posoperatorio, no se encontró ninguna referencia al hecho de que el índice de masa corporal (IMC) pudiera tener relación con la presencia o intensidad del dolor. Sólo un reporte menciona que, en el paciente obeso, se requiere de mayor presión de neumoperitoneo durante los procedimientos laparoscópicos, para poder mantener una adecuada visualización y esto lo asociaron a mayor riesgo de hipercarbina, pero no hacen ninguna referencia a su relación con el dolor de hombros.¹⁰

Entre nuestro grupo de cirujanos existe la percepción clínica, de que los pacientes con composición física atlética (delgados con musculatura abdominal desarrollada) y los pacientes con antecedente de abdominoplastia (cirugía estética que consiste en reforzar los músculos de la pared abdominal y reseca una porción de piel para dejar el abdomen más tenso), ambos casos generando una pared abdominal menos complaciente, tienden a referir dolor de hombros con mayor frecuencia e intensidad que pacientes con abdómenes más flácidos. Esta observación fue corroborada como resultado del análisis secundario de los datos obtenidos en nuestro estudio,¹⁵ pero no alcanzó significancia estadística. Por el contrario, se encontró una publicación reciente que describe un método novedoso para calcular un «índice de complacencia abdominal» y según sus resultados, los pacientes con abdomen más complaciente (más flácido y distensible) tienen mayor riesgo de presentar dolor posoperatorio.²⁴ Este es un campo poco estudiado que requiere mayores estudios para evaluar su verdadero impacto sobre la omalgia.

Percepción individual del dolor

Medir el dolor, en cualquier circunstancia clínica, es una tarea difícil. No existe un método infalible y cuantitativo para lograr una medición válida y reproducible del mismo, y quizá la principal causa de esto es que cada paciente tiene una percepción diferente del dolor.²⁵ No es el propósito de este trabajo abordar todos los diferentes factores que influyen en la percepción del dolor ni ahondar en los mecanismos y vías neurológicas tan complejas que se involucran en este proceso, pero sí es importante comentar que, cuando se hacen estudios clínicos para evaluar dolor, siempre existe la posibilidad de una medición inapropiada y de que la percepción del dolor de cada paciente sea variable.

La gran mayoría de los estudios publicados que hacen referencia al dolor en cirugía, utilizan las escalas convencionales como la escala visual análoga (EVA), que son lo más cercano que tenemos para registrar y analizar los efectos de los métodos farmacológicos y no farmacológicos para disminuir el dolor. Afortunadamente, a pesar de que existen grandes diferencias en la percepción individual de cada paciente en cuanto a la intensidad del dolor,²⁶ la mayoría de ellos puede diferenciar con claridad entre el dolor somático, visceral y referido²⁰ y esto ha permitido formular las diferentes teorías acerca de la causa del dolor de hombros poslaparoscopia.

Duración del dolor de hombros poslaparoscópico

La mayoría de los estudios sobre dolor de hombros posoperatorio analiza su presencia e intensidad en intervalos de 6, 12, 24, etc., horas después de terminada la cirugía y algunos lo han medido hasta varios días después. Esto ha permitido saber que el dolor tiende a ser más intenso durante las primeras 24 horas¹⁰ y que habitualmente desaparece en las primeras 48 a 72 horas, pero que puede llegar a durar hasta 10 o 14 días después del procedimiento.^{16,27} Se cree que la duración del dolor depende del volumen de gas residual inicial y del tiempo que tarda en ser absorbido por completo por la membrana peritoneal, ya que también hay reportes de la presencia prolongada de aire libre subdiafrágica en estos pacientes.

COMENTARIOS FINALES SOBRE EL DOLOR DE HOMBROS POSLAPAROSCÓPICO

Como hemos visto, existen muchas variables involucradas en la producción del dolor de hombros poslaparoscópico pero no todas han sido investigadas o analizadas científicamente. Hay autores que consideran que su presencia es tan poco predecible²⁰ que dificulta aún más la toma de decisiones para controlarlo. Todas estas teorías han resulta-

do, a su vez, en gran cantidad de métodos sugeridos para tratar de prevenir la omalgia en los pacientes que operamos por la vía laparoscópica. En un escrito futuro haremos una revisión sobre estos métodos y su efectividad.

REFERENCIAS

1. Riedel H, Semm K. The post-laparoscopic pain syndrome. *Geburtshilfe Frauenheilkd.* 1980; 40: 635-643.
2. Boddy AP, Mehta S, Rhodes M. *The effect of intraperitoneal local anesthesia in laparoscopic cholecystectomy: a systematic review and meta-analysis.* Vol. 103, *Anesthesia and Analgesia.* 2006. p. 682-688.
3. Mouton WG, Bessell JR, Otten KT, Maddern GJ. *Pain after laparoscopy.* Vol. 13, *Surgical Endoscopy.* 1999. p. 445-448.
4. Fredman B, Jedeikin R, Olsfanger D, Hor P, Gruzman A. Residual pneumoperitoneum: a cause of postoperative pain after laparoscopic cholecystectomy. *Anesth Analg.* 1994; 79: 152-154.
5. Dixon JB, Reuben Y, Halket C, O'Brien PE. Shoulder pain is a common problem following laparoscopic adjustable gastric band surgery. *Obes Surg.* 2005; 15 (8): 1111-1117.
6. Narchi P, Benhamou DFH. Intraperitoneal local anesthetic for shoulder pain after day case laparoscopy. *Lancet.* 1991; 338: 1569-1570.
7. Cunniffe M, McCanena O, Dar M, Calleary J, Flynn N. A prospective randomized trial of intraoperative bupivacaine irrigation for the management of shoulder tip pain following laparoscopy. *Am J Surg.* 1998; 176: 258-261.
8. Soyuncu S, Bektas F, Cete Y. Traditional Kehr's sign: left shoulder pain related to splenic abscess. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg.* 2012; 18: 87-88.
9. Jackson SA, Laurence AS HJ. Does post-laparoscopy pain relate to residual carbon dioxide? *Anaesthesia.* 1996; 51: 485-457.
10. Pasquier E, Andersson E. Pulmonary recruitment maneuver reduces pain after laparoscopic bariatric surgery: a randomized controlled clinical trial. *Surg Obes Relat Dis.* 2018; 14: 386-392.
11. Nyerges A. Pain mechanisms in laparoscopic surgery. *Semin Laparosc Surg.* 1994; 1: 215-218.
12. Kandil T, El Hefnawy E. Shoulder pain following laparoscopic cholecystectomy: factors affecting the incidence and severity. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A.* 2010; 20 (8): 677-682.
13. Ryu K, Choi W, Shim J, Song T. The impact of pulmonary recruitment maneuver to reduce postlaparoscopic shoulder pain: a randomized controlled trial. *Eur J Obs Gynecol Reprod Biol.* 2017; 208: 55-60.
14. Sabzi Sarvestani A, Zamiri M. Residual pneumoperitoneum volume and postlaparoscopic cholecystectomy pain. *Anesth Pain Med.* 2014; 4: e17366.
15. Garteiz-Martínez D, Rodríguez-Ayala E, Weber-Sánchez A, Bravo-Torreblanca C, Carbó-Romano R. Pulmonary recruitment can reduce residual pneumoperitoneum and shoulder pain in conventional laparoscopic procedures:

- results of a randomized controlled trial. *Surg Endosc.* 2021; 35: 4143-4152.
16. Bhattacharjee H, Jalaludeen A, Bansal V, Krishna A, Kumar S, Subramaniam R et al. Impact of standard pressure and low pressure pneumoperitoneum on shoulder pain following laparoscopic cholecystectomy: a randomised controlled trial. *Surg Endosc.* 2017; 31: 1287-1295.
 17. Ali I, Shah M, Khan M. Effect of intra-abdominal pressure on post-laparoscopic cholecystectomy shoulder tip pain: A randomized control trial. *JPMA.* 2016; 66(10 (Suppl 3)): S45-49.
 18. Neudecker J, Sauerland S, Neugebauer E, Bergamaschi R, Bonjer HJ, Cuschieri A et al. The European Association for Endoscopic Surgery clinical practice guideline on the pneumoperitoneum for laparoscopic surgery. *Surg Endosc.* 2002; 16: 1121-1143.
 19. Ozdemir van Brunschot D, van Laarhoven K, Scheffer G, Pouweis S, Wever K, Warle M. What is the evidence for the use of low-pressure pneumoperitoneum? A systematic review. *Surg Endosc.* 2016; 30: 2040-2065.
 20. Dey A, Malik V. Shoulder tip pain following laparoscopic cholecystectomy - a randomized control study to determine the cause. *Indian J Surg.* 2015; 77: 381-384.
 21. Kafali H, Karaoglanoglu M, Oksuzler C, Bozkurt S. Active intraperitoneal gas aspiration to reduce postoperative shoulder pain after laparoscopy. *Pain Clin.* 2004; 16: 197-200.
 22. Veekash G, Wei L SM. Carbon dioxide pneumoperitoneum, physiologic changes and anesthetic concerns. *Ambul Surg.* 2010; 162: 41-46.
 23. Zeeni C, Chamsy D, Khalil A, Musa AA E. Effect of postoperative Trendelenburg position on shoulder pain after gynecological laparoscopic procedures: a randomized clinical trial. *BMC Anesthesiol.* 2020; 20: <https://doi.org/10.1186/s12871-020-0946-9>.
 24. Kinoshita S, Kawaguchi Ch, Takagi T OT. Proposal of a novel index of abdominal compliance and the association with postoperative pain after laparoscopic inguinal hernia repair. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech.* 2022; 32: 182-187.
 25. Abrishami A, Chan J, Chung F, Wong J. Preoperative pain sensitivity and its correlation with postoperative pain and analgesic consumption. *Anesthesiology.* 2011; 114: 445-457.
 26. Alam M, Hoque H, Saifullah M, Ali M. Port site and intraperitoneal infiltration of local anesthetics in reduction of postoperative pain after laparoscopic cholecystectomy. *Med Today.* 2009; 22: 24-28.
 27. Millitz K, Moote DJ, Sparrow RK, Girotti MJ, Holliday RL, McLarty TD. Pneumoperitoneum after laparoscopic cholecystectomy: frequency and duration as seen on upright chest radiographs. *AJR Am J Roentgenol.* 1994; 163: 837-839. Available in: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8092019>