

# ALTERACIONES GASOMETRICAS DURANTE LA LAPAROSCOPIA

F. GOMEZ GOMEZ, M. RODRIGUEZ RINCON,  
J.M. GARCIA-SANTALLA, M.J. PEREZ-TABERNEIRO,  
M.J. OTERO LOPEZ, M. BARRUECO FERRERO  
y J. DE PORTUGAL ALVAREZ

Sección de Neumología.  
Departamento de Patología Médica.  
Hospital Clínico Universitario. Salamanca.

## Introducción

En el momento actual, la laparoscopia constituye una exploración fundamental en patología digestiva y obstétrico-ginecológica, por lo cual el número de las mismas que se practica es muy numeroso y casi una exploración de rutina, dada la rentabilidad diagnóstica que aporta y el escaso número de complicaciones.

Parece evidente que considerando la importancia del sinergismo tórax-abdomen en la normal mecánica ventilatoria, la laparoscopia podría alterarlo, constituyendo fuente de complicaciones funcionales respiratorias que conllevarían una perturbación de los intercambios gaseosos a nivel pulmonar. Detectarlos y cuantificarlos ha sido el objetivo del presente estudio y, de este modo, valorar el riesgo respiratorio de este tipo de exploración endoscópica.

## Material y métodos

Nuestro estudio se ha realizado en 26 pacientes sometidos a exploración laparoscópica por diversas afecciones hepáticas.

Los 26 pacientes estaban constituidos por 17 hombres y 9 mujeres, con edades comprendidas entre 22 y 77 años, siendo el promedio de 53,5 años.

La laparoscopia se realizó en todos los casos de modo idéntico, sin ningún tipo de premedicación. Previa anestesia local, se procedió a la introducción de la aguja de neumoperitoneo en el punto de Monroe. Para la laparoscopia se empleó un laparoscopio Olympus, introduciéndolo, previa anestesia local, en zona paraumbilical izquierda. Para el neumoperitoneo se empleó aire como material de insuflación, variando la cantidad insuflada, de unos casos a otros, según las necesidades de la exploración.

Para el estudio de los gases de la sangre arterial se procedió a la punción de la arteria humeral a nivel de la flexura del codo. La primera muestra se obtuvo inmediatamente antes del comienzo de la exploración y la segunda durante el acto exploratorio, en el momento de la máxima insuflación abdominal y, en ambos casos, en la misma posición de decúbito supino. La sangre arterial se obtuvo en condiciones anaeróbicas, realizándose inmediatamente la determinación de la presión parcial arterial de oxígeno ( $\text{PaO}_2$  mmHg), presión parcial arterial de anhídrido carbónico ( $\text{PaCO}_2$  mmHg), pH y bicarbonato real (mEq/l) en un analizador de gases y equilibrio ácido-base Corning 165.

La conducta del estudio se realizó analizando los resultados de los parámetros gasométricos obtenidos, distribuyendo los 26 pacientes en una serie de grupos:

Grupo I: Estudio conjunto de los 26 pacientes.

Grupo II: Estudio por separado según el sexo (17 hombres y 9 mujeres).

Grupo III: Estudio por separado según la edad (16 casos mayores de 49 años y 10 casos menores de 50 años).

Grupo IV: Estudio de la influencia del tabaco (14 pacientes fumadores y 12 no fumadores).

## Resultados

El comportamiento de los cuatro parámetros estudiados demuestra que sólo la  $\text{PaO}_2$  se ve influenciada significativamente por la laparoscopia, con indiferencia del grupo analizado.

Recibido el día 14 de diciembre de 1982.

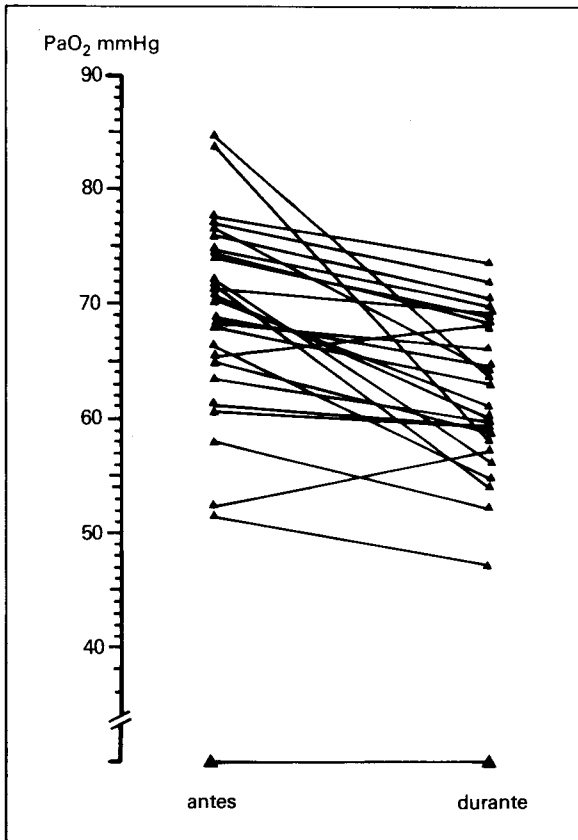


Fig. 1. Comportamiento de la PaO<sub>2</sub> en cada caso, antes y durante la laparoscopia.

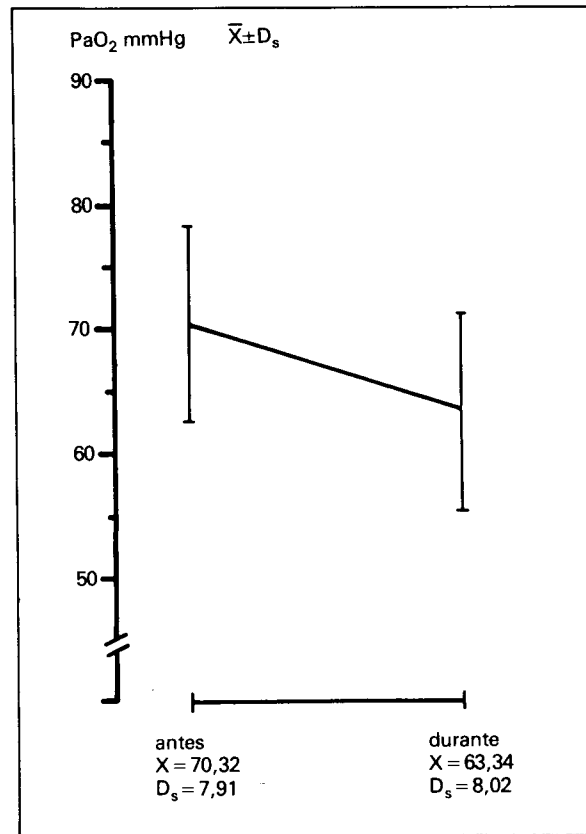


Fig. 2. Significativo descenso de la PaO<sub>2</sub> (P < 0,001) en el conjunto de los pacientes, durante la laparoscopia.

El comportamiento de la PaO<sub>2</sub> en cada uno de los 26 pacientes estudiados se muestra en la figura 1, donde se advierte que este parámetro descendió en todos los casos, salvo en dos en que experimentó un ascenso.

El promedio de descenso entre los dos tiempos exploratorios (antes y durante la laparoscopia) fue de 7 mmHg, con un descenso máximo de 27 mmHg y un mínimo de 1 mmHg. En los dos casos en que ascendió, la elevación fue de 4,5 mmHg en un caso y de 3 mmHg en el otro.

En la figura 2 se muestra el perfil evolutivo de la PaO<sub>2</sub>, donde se aprecia un significativo descenso de la misma (P < 0,001) entre los valores obtenidos antes y durante la laparoscopia.

Los demás parámetros estudiados en el conjunto de todos los pacientes, no experimentaron variaciones significativas (P no significativa), ni siquiera la PaCO<sub>2</sub> (fig. 3).

El estudio de la posible influencia del sexo, edad y hábito de fumar en el comportamiento de la PaO<sub>2</sub> pone de manifiesto que estos factores no indujeron variaciones significativas (figs. 4, 5 y 6). Efectivamente, las diferencias de PaO<sub>2</sub> entre cada subgrupo (hombres y mujeres, menores y mayores de 50 años, fumadores y no fumadores), observadas antes de la laparoscopia, se mantienen durante

la misma, comportándose de modo similar al experimentado en el conjunto de todos los pacientes.

### Discusión

La normal mecánica ventilatoria exige el equilibrio tórax-abdomen, que puede ser interferido en el curso de una serie de circunstancias, como cuando se incrementa la presión intra-abdominal (PIA) o en otras cuyo mecanismo fundamental es diferente al de ésta, pero que en cierto grado también participa, como es el caso de la cirugía abdominal<sup>1</sup>

Las situaciones que determinan un aumento de la PIA constituyen un problema clínico muy frecuente, al que a menudo no se le concede la debida atención. Tales son, por ejemplo, la reparación de hernias con introducción en la cavidad abdominal de contenido intestinal que «ha perdido el derecho a domicilio» en la misma, después de mucho tiempo fuera de ella; en la ascitis; en la diálisis peritoneal; en el embarazo, etc., y durante la laparoscopia, en la que para la exploración directa de los órganos abdominales (ginecología, hígado) se introduce cierta cantidad de gas (CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, aire) en la cavidad peritoneal. De este modo, se produce un

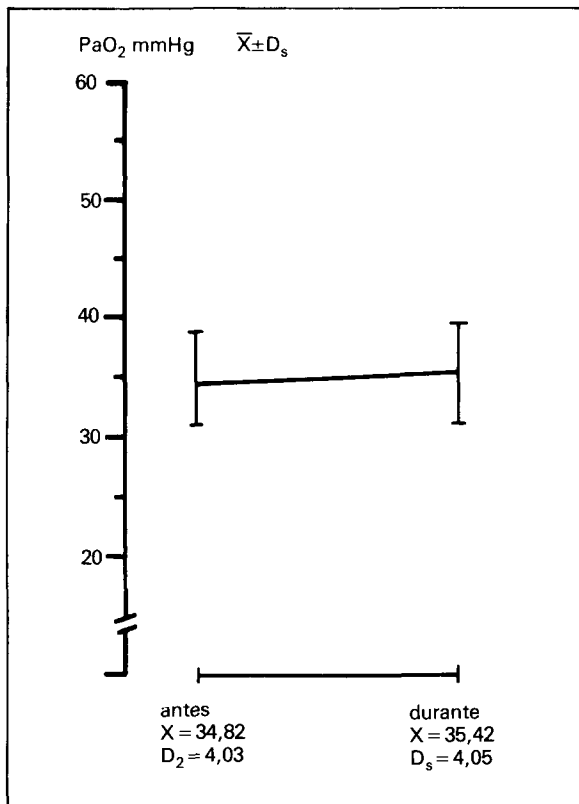


Fig. 3. La PaCO<sub>2</sub> prácticamente no se modifica durante la laparoscopia.

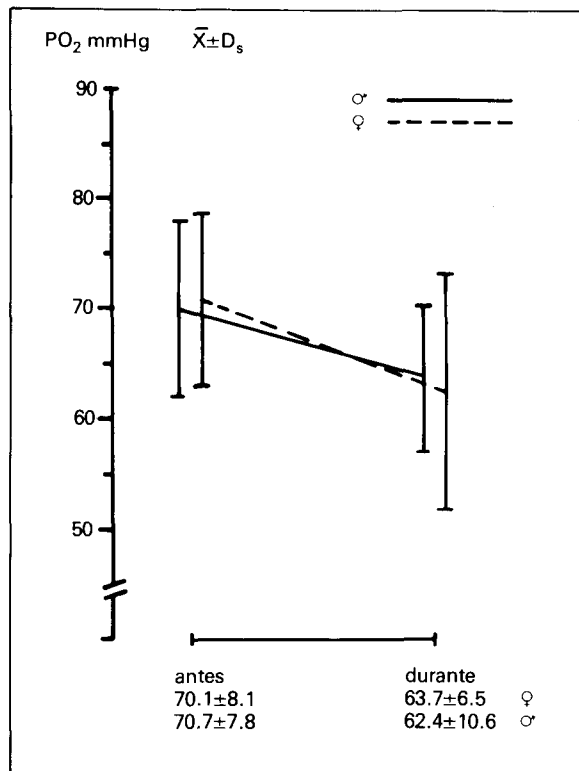


Fig. 4. La PaO<sub>2</sub> no experimenta diferencias significativas según el sexo.

aumento de la PIA, fuente de diversas alteraciones fisiológicas, fundamentalmente hemodinámicas y respiratorias, que pueden originar severas complicaciones, dependiendo de los incrementos de PIA alcanzados.

Los cambios ventilatorios originados durante la laparoscopia por el aumento de la presión intra-abdominal vienen traducidos por la elevación del diafragma y por la aparición de un patrón ventilatorio anormal de tipo restrictivo, con pequeños volúmenes corrientes, reducción de la capacidad pulmonar total y de la capacidad residual funcional<sup>2</sup>, alteraciones que también ocurren en circunstancias parecidas, como el embarazo<sup>3</sup>, la ascitis<sup>4</sup> y la diálisis peritoneal<sup>5</sup>.

De tales alteraciones ventilatorias pueden derivarse trastornos de los intercambios gaseosos a nivel pulmonar, con las modificaciones gasométricas correspondientes. Además, el tipo de gas empleado para la creación del neumoperitoneo podría originar trastornos adicionales, como sucede cuando se emplea el CO<sub>2</sub>, al ser éste un gas bastante difusible y ser absorbido por el peritoneo.

Estudios llevados a cabo por Kelman et al<sup>6</sup>, durante la laparoscopia, en pacientes bajo anestesia general con ventilación artificial a volumen corriente fijo y constante durante toda la exploración, empleando mezclas de gas ricas en O<sub>2</sub>, ponen de manifiesto que a medida que aumenta la PIA se producen incrementos de la presión intratorácica y de la presión máxima de las vías aéreas, así como aumentos del gasto cardíaco y elevación de la PaO<sub>2</sub>, sobre todo a partir de presiones de 25 cm H<sub>2</sub>O, y que sólo por encima de presiones abdominales de 40 cm H<sub>2</sub>O, en algunos pacientes se aprecian descensos del gasto cardíaco, a causa de la disminución del retorno venoso por obstrucción de la vena cava inferior. Considerando las alteraciones de la mecánica ventilatoria determinadas por este proceder exploratorio, la evolución de la PaO<sub>2</sub> no fue la esperada, pues experimentó ligeros ascensos con los incrementos de la PIA, y a cuyo hecho no encuentran fácil explicación, aunque aducen que podría influir la elevación del gasto cardíaco con descenso de la diferencia (A-a) PO<sub>2</sub>, cuando se mantiene constante el porcentaje de admisión venosa pulmonar, y por el hecho de que los pacientes fueron ventilados artificialmente con mezclas ricas en O<sub>2</sub>, añadiendo que algunos pacientes podrían presentar hipoxemia al respirar aire espontáneamente, tras la laparoscopia. Esta suposición es corroborada por Kustner et al<sup>7</sup>, quienes hallan descensos de la PaO<sub>2</sub>, a veces muy considerables, en la fase de despertar de la anestesia general que sigue a la laparoscopia, al respirar los pacientes espontáneamente aire en condiciones atmosféricas.

Los resultados aportados por otros autores<sup>8-11</sup> en trabajos efectuados en condiciones similares (anestesia general y ventilación artificial con mezclas ricas en O<sub>2</sub> a volumen corriente fijo y constante) son

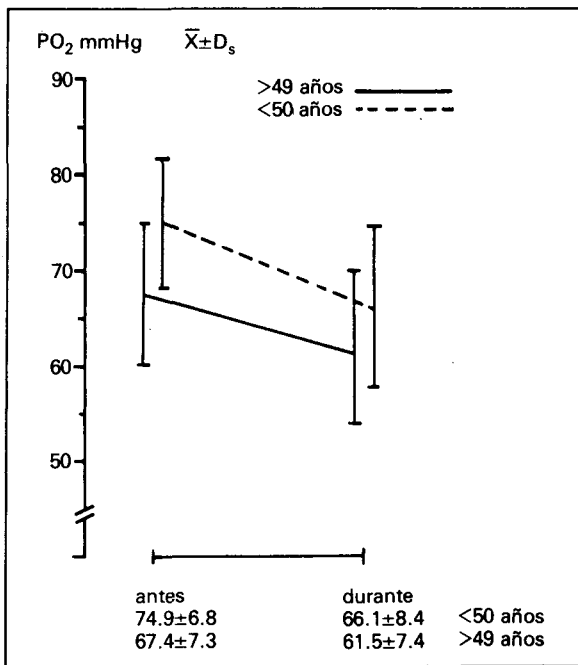


Fig. 5. Ambos grupos de edad mantienen las mismas diferencias de PaO<sub>2</sub> entre antes y durante la laparoscopia.

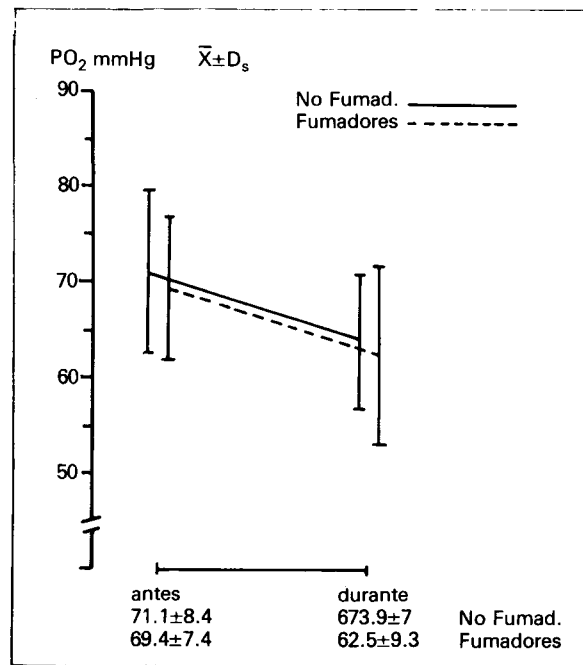


Fig. 6. Se mantienen las diferencias iniciales de PaO<sub>2</sub> entre fumadores y no fumadores, durante la laparoscopia.

semejantes, es decir, que con los progresivos incrementos de PIA se objetivan aumentos de la presión intratorácica, de la presión de las vías aéreas y del gasto cardíaco, pero con una diferencia sustancial, que es la no modificación de la PaO<sub>2</sub> a todo lo largo de la exploración, salvo cuando se alcanzan elevadas presiones de PIA en que se ponen de manifiesto descensos significativos de dicho parámetro gasométrico.

Experiencias en perros efectuadas por Richardson y Trinkle<sup>12</sup> en condiciones similares a las referidas en personas, pero empleando aire para la ventilación artificial, aportan resultados que no concuerdan en algunos aspectos con los obtenidos en éstas, pues los aumentos de la presión intratorácica y de la presión inspiratoria son proporcionalmente mayores y aparecen antes que en las personas; además, el gasto cardíaco experimenta descensos a medida que aumenta la PIA, llegando a ser importantes con las altas presiones de la misma. Por otra parte, la PaO<sub>2</sub> disminuye progresivamente a medida que aumenta la presión abdominal, aunque el descenso sólo llega a hacerse significativo cuando se alcanzan presiones superiores a 25 mmHg. Las diferencias con los resultados hallados en personas, los explican por el hecho de las diferencias anatómicas y por el mantenimiento en el perro de altas presiones intraabdominales constantemente durante considerables períodos de tiempo (30 minutos), lo que no sucede en el hombre, donde la PIA puede variar durante la exploración laparoscópica.

Ahora bien, cuando la laparoscopia se realiza sin ventilación artificial con O<sub>2</sub> sino con anestesia

local y respirando los pacientes el aire ambiente (proceder habitual, actualmente, en la laparoscopia para exploración hepática), las diferencias son notables, como se pone de manifiesto en el trabajo de Lode et al<sup>13</sup> y en el nuestro. Lode et al hallan, durante la laparoscopia, un componente ventilatorio restrictivo y significativos descensos de la PaO<sub>2</sub>, con un considerable aumento de la admisión venosa pulmonar. La frecuencia y la importancia de los descensos de la PaO<sub>2</sub> radican, probablemente, en el no empleo de ventilación artificial con mezclas ricas en O<sub>2</sub> y, quizás, aunque en menor grado, en los posibles descensos del gasto cardíaco que podrían producirse a presiones intraabdominales no tan elevadas, lo que no sucede cuando se emplea la ventilación artificial.

Parece, por tanto, que la ventilación artificial con mezclas de gas ricas en O<sub>2</sub> previene en gran manera la aparición de trastornos hemodinámicos y respiratorios, pues estos parámetros incluso mejoran, y que solamente cuando la PIA alcanza valores muy elevados es cuando aparecen alteraciones significativas, traducidas por descensos del gasto cardíaco y de la PaO<sub>2</sub>, aunque a lo largo de toda la exploración, y paralelamente al aumento de la presión abdominal, se aprecian significativos aumentos de las presiones intratorácica y de las vías aéreas.

Los citados trastornos inducidos por la laparoscopia parecen ocurrir con indiferencia del tipo de gas empleado para la creación del neumoperitoneo. Sin embargo, pueden aparecer alteraciones adicionales cuando se emplea el CO<sub>2</sub>, pues la mayoría de los autores<sup>6, 8-11, 14</sup> constatan elevaciones de

la PaCO<sub>2</sub>, debido a la absorción de este gas por el peritoneo, llegando en algunas series, como la de Berenyi et al<sup>15</sup>, a alcanzar elevaciones de consideración (9,28 mmHg de promedio). El empleo de aire para la insuflación abdominal no plantea este tipo de problemas, como se pone de manifiesto en el trabajo de Kustner et al<sup>7</sup> y en el nuestro.

El mecanismo fisiopatológico implicado en las alteraciones respiratorias durante la laparoscopia lo constituye el aumento de la PIA, la cual induce una serie de trastornos de la mecánica ventilatoria, traducidos por un componente ventilatorio restrictivo con descenso de la capacidad residual funcional, reducción de la compliance torácica y pulmonar y descensos de la PaO<sub>2</sub>, consecuencia estos últimos, fundamentalmente, de la existencia de microatelectasias en las zonas basales de los pulmones y de alteraciones de la relación ventilación/perfusión. Otro factor que quizá puede contribuir también a la hipoxemia lo constituye los descensos del gasto cardíaco, que pueden dar lugar a descensos de la PaO<sub>2</sub> cuando la admisión venosa pulmonar y el consumo de oxígeno se mantienen constantes<sup>16, 17</sup>.

La frecuencia y, en algunos casos, la cuantía del descenso de la PaO<sub>2</sub>, durante la exploración laparoscópica, respirando los pacientes aire espontáneamente, debería hacer considerar, en ciertos pacientes con enfermedades respiratorias y cardíacas, la conveniencia de practicar estudio funcional respiratorio, con determinación de gases en sangre arterial, antes de la laparoscopia, para evaluar el riesgo de este tipo de exploración, permitiendo, de este modo, el tratamiento previo si fuera necesario, o aplicando oxigenoterapia durante la misma, que evitarían los peligrosos descensos de la PaO<sub>2</sub> y, por tanto, las graves consecuencias de la hipoxemia severa.

## Resumen

Se estudian en 26 pacientes los efectos de la laparoscopia sobre los gases y equilibrio ácido-base de la sangre arterial, empleando anestesia local y utilizando aire para la insuflación abdominal.

Los autores objetivan un significativo descenso de la PaO<sub>2</sub>, sin alteraciones de los demás parámetros estudiados. Se discute el mecanismo de este trastorno, fundamentalmente por la existencia de alteraciones de la relación ventilación/perfusión y microatelectasias en las bases de los pulmones, a causa del aumento de la presión intraabdominal por el neumoperitoneo.

Se indica la conveniencia de practicar estudio funcional respiratorio y gases en sangre arterial en los pacientes con enfermedades respiratorias que vayan a ser sometidos a laparoscopia, para evaluar el riesgo de la misma.

## Summary

GASOMETRIC ALTERATIONS DURING LAPAROSCOPY.

The effects of laparoscopy on arterial gases and acid-base equilibrium were determined in a group of 26 patients, using local anesthesia and insufflating the stomach with air.

There was a significant decrease in PaO<sub>2</sub> but no alterations in the remaining parameters.

The mechanism of this disturbance, chiefly attributable to the alteration in ventilation/perfusion ratio and micro-atelectasis at the base of the lungs produced by increased abdominal pressure on the pneumoperitoneum, is discussed.

Functional respiratory and arterial blood gas studies are recommended for patients with respiratory diseases to evaluate the risks of laparoscopy.

## BIBLIOGRAFIA

- Gómez Gómez F: Contribución al estudio de los intercambios gaseosos a nivel pulmonar y del equilibrio ácido-base en el postoperatorio abdominal. Tesis Doctoral, Universidad de Salamanca, 1976.
- Alexander GD, Noe FE, Brown EM: Anesthesia for pelvic laparoscopy. *Anaesth Analg Curr Res* 1969; 48: 14-20.
- Baldwin GR, Moorthi DS, Whelton JA: New lung functions and pregnancy. *Amer J Obstet Gynec* 1977; 127: 235-239.
- Bates DV, Macklem PT, Christie RV: Respiratory function in disease. Second ed, Philadelphia: WB Saunders, 1971.
- Sánchez Agudo L: Mecánica ventilatoria en la insuficiencia renal funcional. Comunicación a la II Reunión Nacional de la Sociedad Española de Patología Respiratoria. Santander, 1981.
- Kelman GR, Swapp GH, Smith I, Benzie RJ, Gordon NLM: Cardiac output and arterial blood-gas tension during laparoscopy. *Brit J Anaesth* 1972; 44: 1156-1162.
- Kustner W, Fischer J, Schmid E, Ritter U: Der Einfluss der Laparoskopie auf die arteriellen Blutgase. *Z Gastroent* 1971; 9: 346-352.
- Baratz RA, Karis JH: Blood gas studies during laparoscopy under general anaesthesia. *Anaesthesiology* 1969; 30: 463-467.
- Smith I, Benzie RJ, Gordon NLM, Kelman GR, Swapp GH: Cardiovascular effects of peritoneal insufflation of carbon dioxide for laparoscopy. *Brit J Med* 1971; 3: 410-411.
- Motew M, Ivankovich AD, Bieniarz J et al: Cardiovascular effects and acid base and blood gas changes during laparoscopy. *Amer J Obstet Gynec* 1973; 115: 1002-1012.
- Drury WL, La Valle DA, Vacanti CJ: Effects of laparoscopy tubal ligation on arterial blood-gas. *Anaesth Analg Curr Res* 1971; 50: 349-351.
- Richardson JD, Trinkle JK: Hemodynamic and respiratory alterations with increased intra-abdominal pressure. *J. Surg Res* 1976; 20: 401-404.
- Lode H, Hutermaun L, Von Wolf C: Der Einfluss endoskopischer abdominaler Untersuchungen auf die Atmung. *Respiration* 1972; 29: 61-73.
- Seed RF, Shakespeare TF, Muldoon MJ: Carbon dioxide homeostasis during anaesthesia for laparoscopy. *Anaesthesia* 1970; 25: 223-231.
- Berenyi KJ, Fujita T, Siegler AM: Carbon dioxide laparoscopy. Anesthesia management and determinations of acid base parameters. *Acta Anesth Scand* 1970; 14: 77-87.
- Kelman GR, Nunn JF, Prys-Roberts C, Greenbaum R: The influence of cardiac output on arterial oxygenation: a theoretical study. *Brit J Anaesth* 1967; 39: 450-455.
- Philbin DM, Sullivan SF, Bowman Jr FO: Postoperative hypoxemia: contribution of the cardiac output. *Anaesthesiology* 1970; 32: 136-142.