

## Artigo de Revisão

# Alterações Pulmonares na Cirurgia Videolaparoscópica\*

Ana Cláudia Máximo Mergh<sup>1</sup>; Celso Homero Santos Oliveira, TSA<sup>2</sup>

Mergh ACM, Oliveira CHS - Pulmonary Alterations in Videolaparoscopic Surgery

KEY WORDS: COMPLICATIONS: Respiratory, pulmonary; SURGERY: videolaparoscopic, cholecystectomy

Com os recentes avanços tecnológicos, tornou-se possível maiores progressos na laparoscopia, que já vinha sendo praticada há mais de oitenta anos<sup>1,2</sup>. Nesta década tem sido desenvolvidas abordagens cirúrgicas antes inimagináveis. Desde as primeiras séries de colecistectomia laparoscópica descritas em 1989<sup>3,5</sup> a técnica tem sido empregada como tratamento de escolha para pacientes com colelitíase. Além disso, também tem sido aplicada para vários procedimentos básicos de abdome superior e inferior, como funduplicatura, vasectomia, hemicolecotomia, herniorrafia<sup>5</sup>, nefrectomia, dissecação de nódulos linfáticos pélvicos, histerectomia, esofagectomia e esplenectomia<sup>2</sup>.

Os maiores problemas relatados durante a cirurgia laparoscópica dizem respeito aos efeitos cardiopulmonares decorrentes do pneumo-peritônio, da absorção sistêmica de CO<sub>2</sub>, da insuflação extraperitoneal do gás, do embolismo venoso gasoso e dos danos acidentais às estruturas intra-abdominais<sup>2</sup>.

Nessa revisão discorreremos apenas sobre as alterações pulmonares decorrentes do procedimento laparoscópico.

\* Trabalho realizado no Hospital Felício Rocha, Belo Horizonte- MG  
1 Médica Anestesiologista - Hospital das Clínicas UFMG, Hospital Júlia Kubitscheck, Belo Horizonte-MG

2 Chefe do Serviço de Anestesiologia do Hospital Albert Sabin, Juiz de Fora-MG, Anestesiologista do Hospital Felício Rocho, Belo Horizonte-MG

Correspondência para Ana Cláudia Máximo Mergh  
Rua Amapá 304/101 - Serra  
30240-060 Belo Horizonte MG

Apresentado em 07 de julho de 1995

Aceito para publicação em 27 de novembro de 1995

© 1996, Sociedade Brasileira de Anestesiologia

### Efeitos do Pneumoperitônio

O pneumoperitônio causa elevação da pressão intra-abdominal (PIA), o que produz efeitos deletérios nas funções cardiovascular, pulmonar, renal e metabólica<sup>6</sup>. Causa deslocamento cefálico do diafragma, resultando em redução dos volumes pulmonares, incluindo a capacidade residual funcional<sup>2,7</sup> (CRF). A complacência pulmonar também se reduz e a resistência das vias aéreas aumenta, levando a uma maior pressão de vias aéreas (PVA) para qualquer volume corrente (VC) fornecido, com aumento do risco de alterações hemodinâmicas e de barotrauma<sup>4</sup> durante ventilação controlada com pressão positiva intermitente (PPI).

A restrição na mobilização do diafragma promove uma distribuição desigual da ventilação para áreas pulmonares não dependentes, resultando numa relação ventilação/perfusão inadequada, com hiper carbia e hipoxemia. O dano ventilatório é mais grave se associado ao colapso alveolar e das vias aéreas. O aumento da PIA também predispõe à regurgitação do conteúdo gástrico e aspiração pulmonar<sup>2</sup>. O deslocamento cefálico do diafragma também pode causar movimentação do tubo traqueal, levando a intubação seletiva<sup>8</sup>.

Já foi observado que a insuflação abdominal causa uma queda média de 19% na CRF<sup>5</sup>. Pelosi e col<sup>9</sup> estudaram as alterações na mecânica respiratória produzidas pela insuflação abdominal de CO<sub>2</sub> (15 mmHg) em colecistectomia laparoscópica em pacientes sob anestesia geral e observaram as medidas de elasticidade estática e a resistência inspiratória (máxima e mínima) e sua diferença no pulmão e na

parede torácica. As medidas foram feitas 15 minutos após a indução anestésica, 5 e 45 minutos após insuflação abdominal, e 15 minutos após desinsuflação abdominal<sup>9</sup>.

Os dados obtidos desse trabalho mostram que durante a cirurgia laparoscópica:

- a) A elasticidade e resistência pulmonar e de parede torácica aumentam enquanto que a CRF diminui;
- b) A duração do procedimento não influencia a mecânica respiratória.

Em outro estudo, Cullen e colaboradores<sup>10</sup> mostraram que, com o aumento da PIA, ocorre aumento importante da pressão de pico inspiratória e diminuição significativa da complacência dinâmica. A pressão parcial arterial de oxigênio e do gás carbônico (PaO<sub>2</sub> e PaCO<sub>2</sub>) mantêm-se normal em ventilação mecânica (estes estudos foram realizados em pacientes criticamente enfermos com aumento de PIA patológica). As radiografias de tórax destes pacientes mostraram elevação diafragmática, e a baixa complacência pulmonar indica a necessidade de instalação de PEEP (pressão positiva final expiração) para manter-se oxigenação adequada. Embora nestes pacientes não hajam fatores que aumentem a produção de CO<sub>2</sub>, é necessário volume minuto alto, provavelmente devido ao aumento do espaço morto e perda de volume de compressão pelo ventilador devido a alta pressão de pico das vias aéreas<sup>11</sup>. Além disso, como a mobilização diafragmática encontra-se comprometida, a zona pulmonar superior, que normalmente tem a maior relação ventilação/perfusão, encontra-se ainda mais ventilada, acentuando-se a diferença intrínseca de ventilação para perfusão.

#### Efeitos da Insuflação do Gás (CO<sub>2</sub>)

Podemos ter como complicação da insuflação do gás para a instalação do pneumo-peritônio a ocorrência de um pneumotórax. Este pode ser formado por um deslocamento inadvertido de agulhas e trocáteres durante a insuflação. Como a injeção do gás é feita sob pressão, o CO<sub>2</sub> pode se difundir através dos tecidos traumatizados cirurgicamente, ou através

de defeitos anatômicos do diafragma. Em pacientes submetidos a diálise peritoneal ou com ascite, o fluido peritoneal pode passar para a cavidade pleural por uma via desconhecida. O pneumotórax após pneumoperitônio é possível através do mesmo caminho. A dissecação extra-peritoneal do gás é relacionada a magnitude da PIA<sup>12</sup>.

Whinston e col<sup>12,13</sup> relatam um caso de pneumotórax após pneumoperitônio, que foi prontamente drenado após ter sido detectado pelo anestesiológico através de sinais clínicos, evitando-se maiores complicações. O interessante é que nesse caso foi feito estudo radio-lógico contrastado pelo dreno intercostal e não se achou continuidade entre as cavidades pleural e peritoneal como era esperado, sendo pensado então num canal pleuroperitoneal patente como causa. O estudo do gás obtido do dreno intercostal acusou alta taxa de CO<sub>2</sub>. O embolismo venoso gasoso é uma complicação potencialmente fatal do pneumoperitônio, e assunto de grande importância, e como tal é capítulo à parte na extensa literatura da laparoscopia.

#### Efeitos da Absorção Sistêmica de CO<sub>2</sub>

A hipercarbia observada durante procedimentos laparoscópicos é resultado da absorção peritoneal de CO<sub>2</sub>, efeitos ventilatórios do pneumoperitônio e posição cirúrgica. O fator mais importante parece ser a absorção peritoneal de CO<sub>2</sub>, uma vez que a hipercarbia aparece principalmente quando o gás insuflado é o CO<sub>2</sub>. O pneumoperitônio aumenta o espaço morto alveolar e prejudica a eliminação alveolar do CO<sub>2</sub>. Estudando-se a absorção sistêmica de CO<sub>2</sub>, e as mudanças no equilíbrio ácido-base durante laparoscopia, alguns autores relataram alterações nos gases arteriais e no pH sanguíneo após insuflação de CO<sub>2</sub><sup>14</sup>. Estes estudos não foram conclusivos sobre a absorção peritoneal do gás, uma vez que os pacientes não foram mantidos em um volume minuto fixo, ou por estarem em ventilação espontânea ou por sofrerem alterações no padrão da ventilação mecânica a que estavam sendo submetidos.

Montalva e Das<sup>15</sup> estudaram a homeostase do CO<sub>2</sub> e concluíram que quando o gás é insuflado na cavidade peritoneal para manter uma pressão média

de 20 mmHg, forma-se uma grande diferença de tensão através dos capilares peritoneais e, apesar do baixo coeficiente de solubilidade sangue/gás para o CO<sub>2</sub>, sua difusão para os eritrócitos ocorre facilmente, e, a despeito de um volume ventilatório constante, claramente demonstra-se que uma quantidade significativa de CO<sub>2</sub> é absorvida da cavidade peritoneal pela corrente sanguínea.

Uma vez estabelecida a possibilidade de absorção de CO<sub>2</sub> torna-se imperiosa sua monitorização<sup>16</sup>. A medida constante da pressão parcial expiratória de CO<sub>2</sub> (P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>) durante a anestesia tem sido recomendada para uma estimativa não invasiva da pressão arterial de CO<sub>2</sub> (PaCO<sub>2</sub>)<sup>14</sup>. A maior preocupação sobre isso é que a P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> pode subestimar a PaCO<sub>2</sub><sup>17</sup>. Para superar essa limitação, Whitesell e col<sup>18</sup> sugeriram que a P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> fosse calibrada individualmente através de uma medida inicial da PaCO<sub>2</sub>. O valor calculado da diferença entre PaCO<sub>2</sub> e P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> (P(a-ET) CO<sub>2</sub>) seria então adicionada às medidas subsequentes de P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>. Entretanto, Askrog e col<sup>19</sup> observaram um aumento estatisticamente significativo na P(a-ET)CO<sub>2</sub> durante hipotensão deliberada. Whitesell e col<sup>18</sup> também observaram que a P(a-ET)CO<sub>2</sub> não era linearmente correlacionada à duração da anestesia, mas concluíram que ela permanecia relativamente estável durante o procedimento. Todavia, esta conclusão da estabilidade temporal é injustificada com base nas correlações citadas por elas. Raemer e col<sup>17</sup> fizeram um estudo para examinar a variação individual da P(a-ET)CO<sub>2</sub> durante o procedimento anestésico, encontrando-se uma média de 4,1 mmHg para todos os pacientes, e mostraram que a variação encontrada em um mesmo paciente era comparável ou maior que a encontrada para diferentes pacientes. A redistribuição da ventilação/perfusão pelos pulmões que ocorre durante o procedimento pode ser devida aos agentes anestésicos<sup>3</sup>, posicionamento do paciente, mudanças na temperatura<sup>20</sup>, alterações no fluxo sanguíneo pulmonar, ventilação mecânica e curto-circuito cardiopulmonar. Esta redistribuição da ventilação em relação à perfusão pode produzir mudanças no espaço morto fisiológico que se refletem pelas mudanças na P(a-ET)CO<sub>2</sub>. Logo, na prática clínica, a estimativa da PaCO<sub>2</sub> pela monitorização da P<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> deve ser

avaliada pelo reconhecimento da potencial magnitude da diferença da P(a-ET)CO<sub>2</sub>.

Durante a colecistectomia laparoscópica, pacientes com comprometimento da função cardiopulmonar e restrição na depuração do CO<sub>2</sub> podem desenvolver hipercarbia grave embora se mantenha hiperventilação agressiva. Em um recente trabalho realizado por Wittgen, Baundendistel e col<sup>21</sup>, estudando dois grupos de pacientes submetidos a colecistectomia laparoscópica, sendo o grupo I composto por pacientes ASA I e o grupo II por pacientes ASA II ou III (doenças cardíacas e/ou pulmonares), demonstrou nesse último grupo significativo aumento nos níveis de CO<sub>2</sub> arterial e queda no pH sanguíneo. Também naqueles pacientes as medidas indiretas de PaCO<sub>2</sub> (através de medidas do CO<sub>2</sub> expirado através do espectrômetro de massa) podem ser subestimadas, uma vez que as alterações notadas podem não indicar o nível real de hipercarbia no sangue arterial.

A insuflação peritoneal, levando a aumento da PIA, associada aos efeitos hemodinâmicos, tem efeito significativo na ventilação mecânica, ocorrendo diminuição da excursão diafragmática e levando à diminuição do volume de reserva expiratório, aumentando a retenção de CO<sub>2</sub> podendo, entretanto, ser revertido com a ventilação artificial e suplementação de oxigênio com pressão positiva.

O aumento do gradiente alvéolo-arterial sugere que há aumento do curto-circuito pulmonar no grupo dos pacientes ASA II ou III, mas que não ocorre de modo estatisticamente significativo, indicando assim que, embora com ventilação e oxigenação adequadas, pacientes com doenças cardíacas e/ou pulmonares têm uma resposta respiratória diferente à insuflação peritoneal de CO<sub>2</sub>, sugerindo que a análise freqüente dos gases sanguíneos arteriais é um dos melhores métodos de monitorização.

#### Efeitos do Posicionamento do Paciente

Em procedimentos do abdome inferior utiliza-se a posição de céfalo-declive, que agrava os efeitos pulmonares do pneumo-peritônio, produzindo alta pressão intratorácica, atelectasia pulmonar e hipoxemia. O espaço morto alveolar diminui devido a queda do gradiente hidrostático. Nos casos de cirur-

gia de abdome superior, como a colecistectomia, utiliza-se o proclive que, às custas de alterações cardiovasculares menos favoráveis, leva a uma melhora pulmonar. Em pacientes obesos há necessidade de posicionamento mais agudo, o que favorece a ocorrência de complicações respiratórias, como a hipoxemia.

A relação pressão-volume entre o sistema respiratório total e os pulmões foi estudada por Drummond e Martin<sup>5</sup> em pacientes sob anestesia geral na laparoscopia. A complacência média total aumentou significativamente mudando-se para a posição de litotomia, e reduziu-se pronunciadamente após insuflação do abdome, devido a intensa redução na complacência torácica. A complacência pulmonar média manteve-se inalterada, exceto por um ligeiro, mas estatisticamente significativo, aumento pela mudança de posição de supino para céfalo-declive<sup>5,8</sup>.

#### Problemas Adicionais em Toracoscopia

O isolamento completo de um dos pulmões é obrigatório para prover acesso cirúrgico adequado, especialmente para estruturas mediastinais<sup>30</sup>. Podem ocorrer problemas devido ao posicionamento do tubo de duplo lúmen e na manutenção da oxigenação adequada na ventilação seletiva. A aplicação de pressão positiva constante no pulmão isolado não é justificável, pois causa expansão parcial do pulmão e interfere com a exposição cirúrgica. O pneumotórax intencional fica melhor deixando-se a cânula aberta para o meio ambiente, permitindo, assim, que o pulmão sofra seu encolhimento natural. A pressão insuflada para a toracoscopia no lado do pneumotórax deve ser feita com cuidado, para evitar-se o deslocamento excessivo do mediastino, que poderia levar ao colapso cardiovascular. A aspiração de fumaça produzida pela cauterização ou líquidos da cavidade também requer atenção, evitando-se a formação de pressão negativa que resultaria também em deslocamento mediastinal e re-expansão pulmonar.

#### Técnica Anestésica e Alterações Pulmonares

A anestesia geral é a técnica preferida, com intubação traqueal e ventilação controlada com

pressão positiva intermitente, que assegura proteção das vias aéreas e controla a ventilação pulmonar para manter normocarbida<sup>3</sup>. O padrão ventilatório deve ser ajustado individualmente, de acordo com a performance hemodinâmica e respiratória. A ventilação com grandes volumes previne atelectasia e hipoxemia e permite mais efetiva eliminação de CO<sub>2</sub>. Entretanto, causa um aumento na pressão intratorácica na presença de pneumoperitônio, sendo então necessário um ventilador sofisticado para os ajustes necessários.

Para procedimentos ultra-curtos, como a laparoscopia diagnóstica, pode-se utilizar anestesia local com sedação venosa leve, a fim de manter adequada proteção das vias aéreas. Há ainda a possibilidade de utilizar-se ar ou N<sub>2</sub>O para o pneumoperitônio, para evitar-se a irritação peritoneal e a hiper carbida por absorção gasosa.

Ciofalo e col<sup>25</sup>, estudando os efeitos ventilatórios da laparoscopia sob anestesia peridural, sugeriram que esta pode ser uma alternativa segura para pacientes ambulatoriais, uma vez que não se associa com depressão respiratória. A posição de céfalo-declive, sabidamente, diminuiu a CRF, volume pulmonar total e complacência torácica. Entretanto a troca gasosa e a ventilação minuto não se alteram significativamente, não havendo alteração de PaO<sub>2</sub>. Os mecanismos envolvidos no controle respiratório durante insuflação de CO<sub>2</sub> permanecem inalterados, havendo aumento do volume minuto se necessário. Parece que a lidocaína peridural estimula a resposta ventilatória do CO<sub>2</sub>. Por outro lado, a analgesia peridural melhora em apenas 15% os testes de função pulmonar em comparação com a analgesia sistêmica<sup>25</sup>. Fazendo-se uma análise crítica destas afirmativas, pode-se questionar a analgesia peridural *per-si* para pacientes ambulatoriais, bem como o fato do procedimento com insuflação abdominal provocar dor difusa abdominal, necessitando de sedação mais potente, o que invalida os pretensos benefícios da peridural.

#### Colecistectomia Aberta x Laparoscópica: Uma Comparação da Função Pulmonar Pós-Operatória

A cirurgia do andar superior do abdome associa-se a alterações características da função pul-

monar, o que aumenta o risco de atelectasia do lobo inferior. A incidência varia de 10% a 20%, provavelmente devido a dificuldade de tossir<sup>21,22</sup>. Um padrão restritivo é notado, com redução na capacidade vital (CV) e na CRF. Após a cirurgia, a CV diminui 50% ou mais, enquanto a CRF e o volume corrente (VC) diminuem em 30%. O volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF<sub>1</sub>) também mostra queda semelhante, secundário a obstrução de vias aéreas maiores. Essas alterações não são totalmente compreendidas, e múltiplos fatores contribuem para sua ocorrência<sup>23,24</sup>. Parece que as incisões no andar superior do abdome interferem com a expansão do tórax, independente da limitação pela dor. Essas alterações melhoram gradativamente, mas ainda persistem do 3º ao 7º dia de pós-operatório, contribuindo para a ocorrência de atelectasia, hipoxemia e pneumonia<sup>3,8</sup>. A função pulmonar melhora cerca de 15% com a analgesia peri-dural, mas ainda se mantém aquém dos resultados obtidos após cirurgia laparoscópica<sup>25-27</sup>.

A função pulmonar é melhor preservada com a cirurgia laparoscópica, sendo que a capacidade vital (CV) diminuiu apenas 27% e a função pulmonar retorna aos valores pré-operatórios após 24 horas. Apesar das diminuições da CRF, também presente na laparoscópica, sua queda é apenas a metade da encontrada na via aberta<sup>23,28,29</sup>.

A colecistectomia laparoscópica requer um rompimento muscular mínimo, produzindo menor dor pós-operatória e os testes pulmonares apresentam uma melhora de 20% a 25% no pós-operatório, comparado à laparotomia<sup>9,24</sup>.

Pacientes com doença pulmonar e obs-trutiva crônica são sujeitos a desenvolver complicações pulmonares pós-operatórias, podendo a cirurgia laparoscópica ser uma alternativa para eles; entretanto, a utilização da laparoscopia é arriscada nos pacientes com baixa reserva respiratória sem a adequada preparação pré-operatória.

Avanços significativos foram alcançados com o desenvolvimento da cirurgia laparoscópica, como a redução do trauma cirúrgico, da dor pós-operatória, da permanência hospitalar e rápida recuperação, retornando o paciente mais precocemente a suas atividades habituais. Entretanto, as alterações

per-operatórias da cirurgia laparoscópica podem causar distúrbios fisiológicos e riscos para o paciente, por vezes mais graves que nas cirurgias abertas, especialmente em grupos de maior risco, como os portadores de doenças cardíacas e/ou pulmonares.

O perfeito entendimento destes potenciais problemas e o manejo anestésico adequado e consciente não somente ajuda na cirurgia como aumenta sua segurança, exercendo assim o anestesologista papel fundamental no avanço das contribuições no campo de desenvolvimento das diversas variações cirúrgicas com este método.

Mergh ACM, Oliveira CHS - Alterações Pulmonares na Cirurgia Videolaparoscópica

UNITERMOS: CIRURGIA: videolaparoscópica, colecistectomia; COMPLICAÇÕES: Respiratórias, pulmonares

#### REFERÊNCIAS

- Ohlgisser M, Sorokin Y, Heifetz M - Gynecologic laparoscopy: a review article. *Obstet Gynecol Surg*, 1985;40:385-396.
- Chui PT, Gin T, Oh TE - Anaesthesia for laparoscopic general surgery. *Anaesth Intens Care*, 1993;21:163-171.
- Marco AP, Yeo C J, Roca P - Anesthesia for a patient undergoing laparoscopic cholecystectomy. *Anesthesiology*, 1990;73:1268-1270.
- Joris J, Honore P, Lamy M - Changes in oxygen transport and ventilation during laparoscopic cholecystectomy. *Anesthesiology*, 1992;77(3A):A 149.
- Drummond GB, Martin LVH - Pressure-volume relationships in the lung during laparoscopy. *Br J Anaesth*, 1978;50:261-270.
- Richardson JD, Trinkle JK - Hemodynamic and respiratory alterations with increased intra-abdominal pressure. *J Surg Res*, 1976; 20:410-414.
- Wahba RW, Mamazza J - Ventilatory requirements during laparoscopic cholecystectomy. *Can J Anaesth*, 1993;40:206-210.
- Wastell C - Laparoscopic cholecystectomy: better for patients and the health service. *Br Med J*, 1991;302:303-304.
- Pelosi P, Foti G, Cereda M et al - Respiratory mechanics during laparoscopic cholecystectomy. *Am Rev Dis*, 1992;145:A156.
- Cullen DJ, Coyle JP, Long MC - Cardiovascular, pulmonary and renal effects of massively increased intra abdominal pressure in critically ill patients. *Crit Care Med*, 1989; 17:118-121.
- Fletcher R, Jonson B - Dead space and the single breath test for carbon dioxide during anaesthesia and artificial ventila-

- tion: effects of tidal volume and frequency of respiration. *Br J Anaesth*, 1984;56:109-119.
12. Heddle RM, Platt AJ - Tension pneumothorax during laparoscopic cholecystectomy. *Br J Surg*, 1992;79:374.
  13. Whiston RJ, Eggers KA, Morris RW et al - Tension pneumothorax during laparoscopic cholecystectomy. *Br J Surg*, 1991;78:1325.
  14. McMahon AJ, Baxter JM - Ventilatory and blood gas changes during laparoscopic and open cholecystectomy. *Br J Surg*, 1993;80:1252-1254.
  15. Montalva M, Biman D - Carbon dioxide homeostasis during laparoscopy. *South Med J*, 1976;69:602-603.
  16. Bhavani - Shankar K, Moseley H, Kumar AY et al - Capnometry and anaesthesia. *Can J Anaesth*, 1992;39:617-632.
  17. Raemer DB, Francis D, Philip JH et al - Variations in PCO<sub>2</sub> between arterial blood and peak expired gas in anesthesia. *Anesth Analg*, 1983;62:1065-1069.
  18. Whitesell, R, Asiddao C, Gollman D et al - Relationship between arterial and peak expired carbon dioxide pressure during anesthesia and factors influencing the difference. *Anesth Analg*, 1981;60:508-512.
  19. Askrog VF, Pender JW, Eckenhooff JE - Changes in physiological dead space during deliberate hypotension. *Anesthesiology*, 1964;25:744-751.
  20. Wallasvaara MT, Paloheimo M - Ventilation and body temperatures during laparoscopic vs open cholecystectomy. *Anesth Analg*, 1992;74:534-540.
  21. Wittgen CM, Andrus CH, Fitzgerald SP et al - Analysis of the haemodynamic and ventilatory effects of laparoscopic cholecystectomy. *Arch Surg*, 1991;126:997-1001.
  22. Cosney CM, Lyons JB, Hennigan A - Ventilatory function following laparoscopic cholecystectomy. *Can J Anaesth*, 1992;39:A54.
  23. Frazer RC, Roberts JW, Okeson GC - Open versus laparoscopic cholecystectomy. A comparison of postoperative pulmonary function. *Ann Surg*, 1991;213:651-653.
  24. McMahon AJ, Russell IT - Laparoscopic and mini-laparotomy cholecystectomy: a randomized trial comparing postoperative pain and pulmonary function. *Surgery*, 1994; 115:533-539.
  25. Ciofolo MJ, Clergue F, Seebacher J et al - Ventilatory effects of laparoscopy under epidural anesthesia. *Anesth Analg*, 1990;70:357-361.
  26. Rademaker BM, Ringers J, Odoom JA et al - Pulmonary function and stress response after laparoscopic cholecystectomy: comparison with subcostal incision and influence of thoracic epidural analgesia. *Anesth Analg*, 1992;75:381-385.
  27. Shulman SM, Chuter T, Weissman C - Dynamic respiratory patterns after laparoscopic cholecystectomy. *Chest*, 1993;103:1173-1177.
  28. Putensen - Himmer G, Putensen CH, Lammer H et al - Comparison of postoperative lung function in patients undergoing laparotomy or laparoscopy for cholecystectomy. *Am Res Resp Dis*, 1992;145:A156.
  29. Schauer PR, Luna J - Pulmonary function after laparoscopic cholecystectomy. *Surgery*, 1993;114:389-97.
  30. Chui PT, Gin T, Chung SCS - Anaesthesia for a patient undergoing transthoracic endoscopic vagotomy. *Br J Anaesth*, 1992;68:318-320.