

# Alterações Sistêmicas e Metabólicas da Cirurgia Laparoscópica

## *Systemic and Metabolic Changes of Laparoscopic Surgery*

Ricardo Vitor Cohen <sup>1</sup>, José Carlos Pinheiro Filho <sup>1</sup>, Carlos Aurélio Schiavon <sup>1</sup>,  
José Luis Lopes Correa <sup>1</sup>

Serviço de Cirurgia Geral e Cirurgia Laparoscópica, Hospital São Camilo, São Paulo, SP, Brasil.

### RESUMO

Apesar da laparoscopia intervencionista ter atingido grande popularidade nas últimas duas décadas, há ainda um grande número de profissionais não familiarizados com as alterações fisiológicas que ela acarreta. Ao utilizar novas técnicas, é importante que o cirurgião siga o lema: *primum non nocere*, antes, não causar dano. Portanto, ele deve estar preparado para reconhecer e tratar qualquer alteração sistêmica ou metabólica associada aométodo. Nós apresentamos as mais freqüentes e importantes alterações sistêmicas e metabólicas relacionadas à laparoscopia, procurando fornecer um guia para o cirurgião laparoscópico iniciante e uma revisão atualizada para o mais experiente.

Palavras-chave: LAPAROSCOPIA/complicações/fisiologia/fisiopatologia/metabolismo/terapia/métodos; PNEUMOPERITÔNIO/cirurgia/metabolismo/fisiopatologia/efeitos adversos; DIÓXIDO DE CARBONO/fisiologia/metabolismo/efeitos adversos.

COHEN RV, PINHEIRO FILHO JC, SCHIAVON CA, CORREA JLL. Alterações sistêmicas e metabólicas da cirurgia laparoscópica. Rev bras de videocir 2003;1(2):77-81.

A homeostase intra-operatória sofre a influência de fatores primários e secundários. Exemplos de fatores primários são os métodos de exposição e a posição do paciente. Exemplos de fatores secundários são o estado fisiológico do paciente (idade, doenças associadas, hidratação, medicamentos em uso) e o tempo cirúrgico.

Na laparoscopia, o método de exposição mais utilizado é o pneumoperitônio com gás carbônico. Mas este também pode ser obtido com outros gases,

como o óxido nitroso, Hélio, ar ambiente (80% de Nitrogênio) e Argônio. Equipamentos de tração também podem criar a cavidade de trabalho, mas são pouco utilizados.

O gás carbônico (CO<sub>2</sub>) é o mais utilizado porque apresenta características que o aproximam do gás ideal. Ele não é combustível, evitando acidentes; ele é barato, permitindo sua ampla utilização; e, ele é rapidamente absorvível, limitando a ocorrência de embolias gasosas. No entanto, sendo absorvível, ele é também biologicamente ativo, com conseqüências fisiológicas importantes.

Os efeitos do CO<sub>2</sub> no intra-operatório podem ser desde mínimos até potencialmente fatais. Os mecanismos envolvidos são complexos e apenas parcialmente entendidos, mas, de modo geral, eles estão relacionados ao aumento da pressão intra-abdominal e à absorção de CO<sub>2</sub>.

### ALTERAÇÕES CARDÍACAS E HEMODINÂMICAS

No início da insuflação peritoneal, as alterações hemodinâmicas instalam-se de modo mais intenso. Analogamente ao período crítico do atendimento inicial ao traumatizado, a chamada *golden first hour*, quando se registra o maior número de óbitos, do ponto de vista hemodinâmico os primeiros cinco minutos de insuflação peritoneal são os mais delicados. Por esse motivo, esse período recebe a denominação de *golden five minutes*.

A realização do pneumoperitônio com CO<sub>2</sub> leva a um aumento da pressão intra-abdominal, o que resulta numa diminuição do retorno venoso. Além disso, a maioria dos estudos clínicos demons-

tra que com o pneumoperitônio ocorre um aumento da frequência cardíaca, um aumento da resistência vascular periférica, um aumento da pressão venosa central e uma diminuição do débito cardíaco<sup>1,2,3,4</sup>.

A taquicardia é, usualmente, uma resposta simpática compensatória à diminuição do retorno venoso, mas pode também ser decorrente de uma maior absorção de CO<sub>2</sub>. A resistência vascular periférica aumenta devido à compressão da aorta e vasos viscerais pelo pneumoperitônio; à vasoconstrição compensatória; ao aumento da pós-carga causada pela liberação de fatores humorais, como renina e vasopressina; e, possivelmente, à hipercarbida<sup>5,6,7</sup>. O aumento da pressão venosa central ocorre pela transmissão do aumento da pressão intra-abdominal ao tórax, devido à elevação do diafragma. O débito cardíaco pode sofrer diminuições de 20% a até 40%.

Arritmias cardíacas são comuns durante a laparoscopia (25% a 47%). A maioria corresponde a arritmias sinusais benignas que desaparecem com o final do pneumoperitônio. As causas dessas arritmias são a hipercarbida severa (acima de 50mmHg), a hipóxia, a estimulação simpática pela diminuição do retorno venoso, e a estimulação vagal pelo estiramento do peritônio<sup>8,9</sup>. Outros fatores determinantes são as condições pré-operatórias do doente, tais como a hidratação, pressão arterial e a reserva cardíaca.

Pressões intra-abdominais na faixa de 15 a 20mmHg podem levar ao aumento da resistência vascular periférica e a uma alteração do fluxo visceral, independente do débito cardíaco<sup>10,11</sup>. Além disso, o efeito vasoconstrictor do CO<sub>2</sub> absorvido pode ter também uma participação nesse processo.

## COAGULAÇÃO E TROMBOSE

Diversos fatores específicos ao método laparoscópico levam a um aumento ou diminuição do risco de trombose venosa profunda (TVP). O aumento da pressão intra-abdominal leva a uma compressão parcial das veias ilíacas e da cava inferior, acarretando baixo fluxo venoso nas extremidades inferiores e iniciando o processo de trombose<sup>1,12</sup>. A posição de proclive, utilizada com frequência nas cirurgias laparoscópicas, e o tempo cirúrgico prolongado também podem contribuir para um aumento do risco de TVP. A deambulação precoce dos pacientes e uma provável menor hipercoagula-

bilidade pós-operatória, devido a menor resposta ao trauma cirúrgico, levariam à uma diminuição do risco de TVP<sup>2</sup>. Atualmente, devemos assumir que pacientes submetidos a procedimentos laparoscópicos possuem risco maior de TVP, sendo necessárias medidas de prevenção<sup>13</sup>.

## ALTERAÇÕES PULMONARES

Os efeitos do pneumoperitônio no sistema respiratório devem ser considerados em dois momentos separados: o intra-operatório e o pós-operatório. Durante o procedimento laparoscópico, o pneumoperitônio causa elevação do diafragma, gerando uma diminuição da capacidade vital e do volume respiratório e conseqüente aumento das pressões necessárias para ventilação mecânica. Esse aumento causa desvio do sangue na circulação pulmonar para regimes de menor pressão e, conseqüentemente, leva a uma alteração da relação entre ventilação e perfusão, aumentando o efeito shunt e a ventilação do espaço morto. Estas alterações resultam em hipóxia e/ou hipercarbida<sup>1,2,14</sup>. Durante o procedimento também ocorre absorção de gás carbônico através do peritônio, que é demonstrado pela fração de CO<sub>2</sub> expirado (Et CO<sub>2</sub>).

O benefício fisiológico mais bem documentado da laparoscopia é a preservação da função pulmonar nos período pós-operatório. Aqui, é importante lembrar que as complicações pulmonares são a causa mais comum de morbidade após cirurgias abdominais. Pacientes submetidos ao método laparoscópico apresentam uma melhor espirometria, uma maior capacidade vital e uma maior saturação de oxigênio quando comparados à pacientes submetidos à cirurgia aberta<sup>15,16,17</sup>. A ventilação voluntária máxima - o equivalente a um teste de esforço cardíaco na medição da função pulmonar global, é menos prejudicada após laparoscopias<sup>18</sup>. A função pulmonar usualmente retorna aos valores basais de 4 a 10 dias antes nas cirurgias laparoscópicas do que nas abertas.

Além disso, a redução da intensidade de dor pós-operatória certamente tem um papel importante na preservação da função pulmonar após as laparoscopias<sup>16,18</sup>. A dor decorrente da inspiração profunda leva a uma redução da capacidade vital, taquipnéia e respiração superficial, contribuindo para a formação de atelectasias, que são precursores da maioria das complicações pulmonares.

A mobilização precoce do paciente e a menor lesão da musculatura da parede abdominal também contribuem para a melhor preservação da função pulmonar.

Portanto, na maioria dos casos a laparoscopia acarreta uma menor morbidade do ponto de vista pulmonar que a cirurgia aberta.

## FLUXO SANGUÍNEO CEREBRAL E PRESSÃO INTRACRANIANA

A absorção excessiva de CO<sub>2</sub> (hipercarbia) durante a laparoscopia pode levar a um aumento da PaCO<sub>2</sub>, com um aumento do fluxo sanguíneo cerebral, resultando num aumento da pressão intracraniana e edema cerebral<sup>19, 20</sup>. Além disso, o aumento da pressão intra-abdominal associada à posição de Trendelenburg também pode contribuir com um aumento da pressão intracraniana. Estudos sugerem que uma pressão intra-abdominal superior a 16mmHg, associada a esta posição do paciente, eleva em até 150% a pressão intracraniana. O significado clínico desses achados ainda é incerto.

## EMBOLIA GASOSA

A embolia gasosa é um evento raro, mas potencialmente fatal durante o pneumoperitônio. Isto ocorre pela entrada de gás no sistema vascular pela lesão de um vaso sanguíneo. Este gás que não é dissolvido forma bolhas que se alojam no ventrículo direito causando uma obstrução e levando ao choque cardiogênico. Todos os gases podem causar essa complicação, sendo o CO<sub>2</sub> um dos mais seguros, devido à sua maior absorção. Para efeito de comparação, a dose letal de ar ambiente na corrente sanguínea é de 5ml/kg; já a dose letal de CO<sub>2</sub> é de 25ml/kg<sup>1</sup>.

## HIPOTERMIA

Durante a laparoscopia, a hipotermia (temperatura corporal < 36° C) pode ocorrer. Com a queda abrupta de pressão do CO<sub>2</sub> do tanque (1350-3500mmHg) até o insuflador (15mmHg), o gás se expande e esfria até vários graus abaixo da temperatura ambiente. E, quanto maior for o fluxo de gás, maior o seu resfriamento. Um estudo

demonstrou uma diminuição da temperatura corporal de 0.3° C para cada 50 litros insuflados durante procedimentos laparoscópicos<sup>20</sup>. A hipotermia está associada com disfunção miocárdica, depressão respiratória, hipocalemia, trombocitopenia, alterações da coagulação e um aumento, de até cinco vezes, da mortalidade pós-operatória.

## FUNÇÃO INTESTINAL

O íleo pós-operatório é um dos fatores mais importantes no aumento do tempo de internação hospitalar. Apesar dos resultados discrepantes em estudos experimentais, os indicadores clínicos da função intestinal têm revelado um menor tempo de íleo, após laparoscopias. A ocorrência de flatos e ruídos hidroaéreos são mais precoces após cirurgias laparoscópicas do que em cirurgias abertas<sup>22, 23</sup>.

## RESPOSTA METABÓLICA E IMUNOLÓGICA AO TRAUMA CIRÚRGICO

A resposta metabólica ao trauma cirúrgico está diretamente relacionada à extensão do trauma tecidual que, por sua vez, se relaciona com o nível de lesão celular.

As concentrações dos marcadores do stress metabólico no período peri-operatório, como o cortisol, as catecolaminas, a glicose e o GH atingem picos menores nas laparoscopias do que nas cirurgias abertas, retornando mais rapidamente aos níveis basais<sup>1, 24, 25</sup>. O mesmo se observa em relação a outros indicadores, como a interleucina 6 (IL-6) e a proteína C-reativa<sup>26</sup>. Esses marcadores aparentemente também contribuem para a inibição da função imunológica<sup>2</sup>. O cortisol inibe a blastogênese linfocitária e as catecolaminas inibem a quimiotaxia dos neutrófilos. O glucagon, além de inibir a quimiotaxia dos neutrófilos, altera também sua atividade bactericida.

Estudos, tanto em modelos experimentais como em humanos, tem indicado que a laparoscopia está relacionada a uma melhor preservação da função imunológica<sup>27, 28, 29</sup>, com manutenção do número de leucócitos, menor liberação de substâncias quimiotáticas pelos

monócitos e neutrófilos, menor destruição de células mesoteliais, melhor preservação da imunidade celular e menor resposta inflamatória peritoneal. Com isso, sugere-se que a laparoscopia está associada a uma menor alteração metabólica e imunológica do que a cirurgia aberta. Isto levaria a uma recuperação mais rápida do organismo e, conseqüentemente, menor morbidade e mortalidade.

## PREVENÇÃO E TRATAMENTO

A melhor prevenção das complicações é a identificação de pacientes de alto risco, fisiologicamente comprometidos, e uma monitorização intra-operatória adequada. A manutenção de uma ventilação intra-operatória é importante assim como a hidratação do paciente. Em caso de alterações significativas o pneumoperitônio deve ser desfeito e terapia farmacológica empregada.

## CONCLUSÃO

Como em qualquer método em desenvolvimento, devemos avaliar os riscos e as vantagens associadas à cirurgia laparoscópica. De modo geral, os benefícios superam os efeitos adversos, mas isso não significa que o que pode ser feito por laparoscopia deve ser feito. Uma reavaliação constante é fundamental para a correta utilização da laparoscopia.

## ABSTRACT

Even though interventional laparoscopy became extremely popular in the last two decades, there are still a great number of professionals that are not familiar with its physiological consequences. When using new techniques, it is important for the surgeon to follow the motto: *primum non nocere*, first, do no harm. So, he must be prepared to recognize and treat any systemic or metabolic changes associated with the method. We present the most usual and the most important systemic and metabolic changes related to laparoscopy, intending to supply a guide for the beginner laparoscopic surgeon and an up-to-date review for the more experienced one.

Key words: LAPAROSCOPY/complications/physiology/physiopathology/metabolism/therapy/methods; PNEUMOPERITONEUM/surgery/metabolism/physiopathology/adverse effects; CARBON DIOXIDE/physiology/metabolism/adverse effects.

## Referências Bibliográficas

- 1 Schauer PR. Physiologic consequences of laparoscopic surgery. In: Eubanks WS, Swanstrom LL, Soper NJ. *Mastery of laparoscopic surgery*. 1 ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2000. p 22-38.
- 2 Chandrakanth A, Talamini MA. Current knowledge regarding the biology of pneumoperitoneum-based surgery. In: Soper, NJ. *Problems in general surgery*. 1 ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2001. p 52-63.
- 3 Jorisj JL, Noirot DP, Legrand MI, Jacquet NJ, Lamy ML. Hemodynamic changes during laparoscopic cholecystectomy. *Anesth Analg* 1993; 76:1067-71.
- 4 Kraut JK, Anderson JT, Safwat A, et al. Impairment of cardiac performance by laparoscopy in patients receiving positive end expiratory pressure. *Arch Surg* 1999; 134: 76-80.
- 5 Punnomen R, Viinamaki O. Vasopressin release during laparoscopy: Role of increased intraabdominal pressure. *Lancet* 1982; 1: 175-7.
- 6 Struthers AD, Cuschieri A. Cardiovascular consequences of laparoscopic surgery. *Lancet* 1998; 15: 568-70.
- 7 Gebhardt H, Bautz A, Ross M, et al. Patophysiological and clinical aspects of the CO2 pneumoperitoneum. *Surg Endosc* 1997; 11: 864-7.
- 8 Girardis M, Broi UD, Antonutto G, et al. The effect of laparoscopic cholecystectomy on cardiovascular function and pulmonary gas exchange. *Anaesth Analg* 1996; 83: 134-40.
- 9 Sharma KC, Brandsetter RD, Brensilver JM, et al. Cardiopulmonary physiology and pathophysiology as a consequence of laparoscopic surgery. *Chest* 1996; 110: 810-.
- 10 Elfetheriadis E, Kotzampassi K, Botisos D, et al. Splanchnic ischaemia during laparoscopic cholecystectomy. *Surg Endosc* 1996; 10: 324-6.
- 11 Schilling MK, Raedelli C, Krahenbuhl L, et al. Splanchnic microcirculatory changes during CO2 laparoscopy. *J Am Coll Surg* 1997; 184: 378-82.
- 12 Millard JA, Hill BB, Cook PS, et al. Intermittent sequential pneumatic compression in prevention of venous stasis associated with pneumoperitoneum during laparoscopic cholecystectomy. *Arch Surg* 1993; 128: 914-19.
- 13 Caprini JA, Arcelus JL. Prevention of postoperative venous thromboembolism following laparoscopic cholecystectomy. *Surg Endosc* 1994; 8: 741-47.
- 14 Pur GD, Singh H. Ventilatory effects of laparoscopy under general anesthesia. *Br J Anesth* 1992; 68: 211-13.
- 15 Frazee R, Roberts JW, Okenson GC, et al. Open versus laparoscopic cholecystectomy. *Ann Surg* 1991; 213: 651-4.
- 16 Putensen-Himmer G, Putensen C, Lammer H, Lingnau W, Aigner F, Benzer H. Comparison of postoperative respiratory function after laparoscopy or open laparotomy for cholecystectomy.
- 17 McMahan AJ, Russel IT, Ramsay G, et al. Laparoscopic and minilaparotomy cholecystectomy: a randomized trial comparing postoperative pain and pulmonary function. *Surgery* 1994; 115: 533-39.
- 18 Schauer PR, Luna J, Ghiatas A, et al. Pulmonary function after laparoscopic cholecystectomy. *Surgery* 1993; 114: 389-99.

- 19 Halverson A, Buchanan R, Jacobs L. Evaluation of mechanism of increased intracranial pressure with insufflation. *Surg Endosc* 1998; 12: 266-9.
- 20 Kitajima T, Shinohara M, Ogata H. Cerebral oxygen metabolism measured by near-infrared laser spectroscopy during laparoscopic cholecystectomy with CO<sub>2</sub> insufflation. *Surg Laparosc Endosc* 1996; 6: 210-12.
- 21 Ott DE. Correction of laparoscopic insufflation hypothermia. *J Laparoendosc Surg* 1991; 1: 183-86.
- 22 Garcia-Caballero M, Vara-Thorbeck C. The evolution of postoperative ileus alters laparoscopic cholecystectomy. *Surg Endosc* 1993; 7: 416-19.
- 23 Senagore AJ, Kilbride MJ, Luchtefeld MA, et al. Superior nitrogen balance after laparoscopic-assisted colectomy. *Ann Surg* 1995; 221: 171-75.
- 24 Schauer PR, Sirinek KR. The laparoscopic approach reduces 1995; 221:372-80.
- 25 Glaser F, Sannwald GA, Buhr HJ, et al. General the endocrine response to elective cholecystectomy. *Am Surg* 1995; 61: 106-11.
- 26 Halvey A, Lin G, Gold-Deutsch R, et al. Comparison of serum C-reactive protein concentrations for laparoscopic versus open cholecystectomy. *Surg Endosc* 1995; 9: 280-2.
- 27 Gitzelmann CA, Mendoza-Sagoan M, Talamini, et al. Cell-mediated immune response is better preserved by laparoscopy than laparotomy. *Surgery* 2000; 127: 65-71.
- 28 Vittimberga FJ, Foley DP, Meyers WC, et al. Laparoscopic surgery and the systemic immune response. *Ann Surg* 1998; 227: 326-34.
- 29 Redmond HP, Watson RWG, Houghton T, et al. immune function in patients undergoing open vs. laparoscopic cholecystectomy. *Arch Surg* 1994; 129: 1240-6.

Enviado em 18/06/2003

Aceito para publicação em 26/06/2003

#### ALTERAÇÕES SISTÊMICAS E METABÓLICAS DA CIRURGIA LAPAROSCÓPICA

Ricardo Vitor Cohen<sup>1</sup>, José Carlos Pinheiro  
Filho<sup>1</sup>, Carlos Aurélio Schiavon<sup>1</sup>,

1. Cirurgião, Serviço de Cirurgia Geral e Cirurgia Laparoscópica, Hospital São Camilo, São Paulo, SP, Brasil.

#### Endereço para Correspondência:

Ricardo V Cohen  
Rua Padre João Manuel, 222 cj 120  
São Paulo, SP - Brasil  
CEP: 01.411-000  
e-mail: rvcohen@attglobal.net