

## **Atualizações sobre a anestesia para cirurgia laparoscópica e robótica abdominal em adultos**

### **Update on anesthesia for laparoscopic and robotic abdominal surgery in adults**

DOI:10.34119/bjhrv5n4-267

Recebimento dos originais: 14/04/2022

Aceitação para publicação: 30/06/2022

#### **Isabella Furlan de Assis**

Graduanda em Medicina pela Uniatenas - Paracatu - MG

Instituição: Centro Universitário Atenas

Endereço: Rua Doutor Almir Almor Porto Adjuto, 275, Apto. 302, Jóquei,  
Paracatu - Minas Gerais

E-mail: isabellaa.furlan@hotmail.com

#### **Allan Andrade Gontijo**

Graduanda em Medicina pela Faculdade Ciências Médicas de Minas Gerais (FCMMG)

Instituição: Faculdade Ciências Médicas de Minas Gerais (FCMMG)

Endereço: R. Nestor Soares de Melo, 291, Palmares, Belo Horizonte - Minas Gerais

E-mail: allanandradeg@gmail.com

#### **Fabiane José da Silva**

Médica pela Faculdade da Saúde e Ecologia Humana (FASEH)

Instituição: Faculdade da Saúde e Ecologia Humana (FASEH)

Endereço: Rua Camapuan, 609, Apto. 104, Grajaú, Belo Horizonte - Minas Gerais

E-mail: fabianejsilva@yahoo.com.br

#### **Rafaela Marra Santana Costa**

Graduanda em Medicina pela Universidade José do Rosário Vellano  
(UNIFENAS - BH)

Instituição: Universidade José do Rosário Vellano (UNIFENAS - BH)

Endereço: Rua José Rotheia, 178, Paquetá, Belo Horizonte - Minas Gerais

E-mail: rafaelamarra@hotmail.com.br

#### **Amanda Silva Guimarães**

Médica pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

Instituição: Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

Endereço: Av. Mal. Campos, 1355, Santos Drumont, Vitória, Espírito Santo,  
CEP: 29041-295

E-mail: guimaraessamandas@gmail.com

#### **Michelle Paz de Araújo**

Graduanda em Medicina da Faculdade de Minas (FAMINAS - BH)

Instituição: Faculdade de Minas (FAMINAS - BH)

Endereço: Rua Nestor Soares de Melo, 291, 201, Palmares, Belo Horizonte

E-mail: mipaz.araujo@gmail.com

**Clara Tanus Loschi Baggeto**

Graduanda em Medicina da Universidade José do Rosário Vellano (UNIFENAS - BH)  
Instituição: Universidade José do Rosário Vellano (UNIFENAS - BH)  
Endereço: Rua Demétrio Ribeiro, 574, Caminho Novo, Barbacena  
E-mail: claratanuss@gmail.com

**Amanda Ferreira de Souza Campos**

Pós-Graduada em Psiquiatria pela Faculdade Global (FG)  
Instituição: Faculdade Global (FG)  
Endereço: Condomínio Paraíso da Conceição, 1, Jardim Europa, Ipiaú - BA,  
CEP: 45570-000  
E-mail: amandacampos483@gmail.com

**RESUMO**

A abordagem laparoscópica tornou-se o padrão de atendimento para muitos procedimentos cirúrgicos. A cirurgia robótica é tipicamente realizada por laparoscopia; preocupações anestésicas para laparoscopia convencional e cirurgia robótica são semelhantes. A laparoscopia requer insuflação de CO<sub>2</sub> para criar espaço para visualização e manobras cirúrgicas. O aumento associado da pressão intra-abdominal, juntamente com a absorção de CO<sub>2</sub> e os efeitos do posicionamento cirúrgico, resultam em alterações neuroendócrinas e mecânicas que afetam a função cardiopulmonar. A abordagem laparoscópica tornou-se um padrão de tratamento para muitos procedimentos cirúrgicos abdominais, comparada com a laparotomia, a laparoscopia permite incisões menores, reduz a resposta ao estresse perioperatório, reduz a dor pós-operatória e resulta em menor tempo de recuperação. A laparoscopia requer insuflação de gás intra ou extraperitoneal, geralmente dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), para criar espaço para visualização e manobras cirúrgicas. A cirurgia robótica geralmente é realizada por laparoscopia e é mais comumente usada para cirurgia ginecológica e urológica, embora o uso esteja se expandindo em outras especialidades. As preocupações anestésicas para pacientes submetidos à cirurgia laparoscópica e robótica diferem daquelas para pacientes submetidos à cirurgia abdominal aberta. Eles incluem os efeitos fisiológicos do pneumoperitônio, absorção de CO<sub>2</sub> e posicionamento necessário para a cirurgia. Além disso, alguns procedimentos laparoscópicos/robóticos demoram mais do que a alternativa aberta. A laparoscopia requer a criação de um pneumoperitônio por insuflação de gás, geralmente dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), para abrir espaço no abdome para visualização e manipulação cirúrgica.

**Palavras-chave:** cirurgia laparoscópica, robótica, abdominal, técnicas cirúrgicas.

**ABSTRACT**

The laparoscopic approach has become the standard of care for many surgical procedures. Robotic surgery is typically performed laparoscopically; Anesthetic concerns for conventional laparoscopy and robotic surgery are similar. Laparoscopy requires CO<sub>2</sub> insufflation to create space for visualization and surgical maneuvers. The associated increase in intra-abdominal pressure, together with CO<sub>2</sub> absorption and the effects of surgical positioning, result in neuroendocrine and mechanical changes that affect cardiopulmonary function. The laparoscopic approach has become a standard of care for many abdominal surgical procedures, compared to laparotomy, laparoscopy allows for smaller incisions, reduces perioperative stress response, reduces postoperative pain and results in shorter recovery time. Laparoscopy requires insufflation of intra or extraperitoneal gas, usually carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), to create space for visualization and surgical maneuvers. Robotic surgery is usually performed laparoscopically and is most commonly used for gynecologic and urologic surgery, although use is expanding

into other specialties. Anesthetic concerns for patients undergoing laparoscopic and robotic surgery differ from those for patients undergoing open abdominal surgery. They include the physiological effects of pneumoperitoneum, CO<sub>2</sub> absorption, and positioning required for surgery. Also, some laparoscopic/robotic procedures take longer than the open alternative. Laparoscopy requires the creation of a pneumoperitoneum by insufflation of gas, usually carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), to make room in the abdomen for visualization and surgical manipulation.

**Keywords:** laparoscopic surgery, robotics, abdominal, surgical techniques.

## 1 INTRODUÇÃO

A abordagem laparoscópica tornou-se um padrão de tratamento para muitos procedimentos cirúrgicos abdominais, comparada com a laparotomia, a laparoscopia permite incisões menores, reduz a resposta ao estresse perioperatório, reduz a dor pós-operatória e resulta em menor tempo de recuperação. A laparoscopia requer insuflação de gás intra ou extraperitoneal, geralmente dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), para criar espaço para visualização e manobras cirúrgicas. A cirurgia robótica geralmente é realizada por laparoscopia e é mais comumente usada para cirurgia ginecológica e urológica, embora o uso esteja se expandindo em outras especialidades<sup>1</sup>.

As preocupações anestésicas para pacientes submetidos à cirurgia laparoscópica e robótica diferem daquelas para pacientes submetidos à cirurgia abdominal aberta. Eles incluem os efeitos fisiológicos do pneumoperitônio, absorção de CO<sub>2</sub> e posicionamento necessário para a cirurgia. Além disso, alguns procedimentos laparoscópicos/robóticos demoram mais do que a alternativa aberta. A laparoscopia requer a criação de um pneumoperitônio por insuflação de gás, geralmente dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), para abrir espaço no abdome para visualização e manipulação cirúrgica. A insuflação de CO<sub>2</sub> pode ser realizada às cegas com agulha de Veress ou pela colocação de um portal sob visão direta através de uma pequena incisão subumbilical. A fonte de gás é conectada à agulha ou porta; a pressão intra-abdominal (PIA) é monitorada à medida que o gás é insuflado, visando uma pressão  $\leq 15$  mmHg para minimizar os efeitos fisiológicos. Para a prostatectomia laparoscópica, que é realizada na posição de Trendelenburg íngreme, a Associação Europeia de Cirurgia Endoscópica recomenda PIA abaixo de 12 mmHg<sup>1</sup>. Após a insuflação, uma porta é colocada e o laparoscópio é inserido. Sob visão intra-abdominal direta, outras portas de instrumentos são colocadas. O cirurgião utiliza um monitor de vídeo conectado ao laparoscópio para visualizar o conteúdo intra-abdominal e realizar o procedimento.

Em alguns casos, a laparoscopia é utilizada para auxiliar a dissecação, após a qual é feita uma incisão para completar o procedimento. Em outros, uma porta maior é colocada para permitir que o cirurgião insira uma mão para auxiliar o procedimento. O sistema robótico mais comumente usado ocupa muito espaço na sala de cirurgia e consiste em um console de controle do cirurgião, uma torre que sustenta o sistema óptico e um carrinho do lado do paciente com braços robóticos. Para a cirurgia robótica, uma vez criado o pneumoperitônio, são colocadas várias portas para inserção da câmera e dos braços robóticos, que são conectados ao carrinho do lado do paciente. O cirurgião opera a câmera e os braços robóticos a partir do console de controle, distante do paciente, enquanto um assistente fica ao lado do paciente para aspiração, retração e passagem de sutura ou esponjas dentro e fora do abdome<sup>1</sup>.

A história médica e o exame físico sob anestesia devem ser realizados para todos os pacientes submetidos à anestesia. Em antecipação à laparoscopia, focamos a avaliação pré-operatória nas condições médicas que podem afetar a resposta às alterações fisiológicas associadas à laparoscopia e ao procedimento cirúrgico. A abordagem laparoscópica é utilizada para procedimentos cirúrgicos com uma gama de riscos de eventos adversos cardíacos e pulmonares perioperatórios e complicações cirúrgicas. Como exemplos, a laparoscopia diagnóstica pode ser um procedimento breve com trauma tecidual mínimo, enquanto a histerectomia radical laparoscópica requer dissecação extensa, pode levar várias horas e pode resultar em perda significativa de sangue<sup>2</sup>.

O presente artigo tem como objetivo revisar o manejo anestésico de pacientes submetidos à cirurgia abdominal laparoscópica e robótica.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo consiste em um artigo de revisão sistemática de literatura com meta-análise, realizado de forma descritiva. Para a análise e seleção dos artigos a serem incluídos na revisão, os títulos dos artigos foram inicialmente avaliados com base na estratégia de busca de bases de dados eletrônicos, com uma avaliação subsequente dos resumos de estudos que contemplaram o assunto. Os artigos considerados pertinentes foram lidos na íntegra, a fim de excluir os artigos fora do tópico ou com algum design fora dos critérios estabelecidos de inclusão. Após a escolha dos artigos, as seguintes informações foram extraídas de cada artigo: autor, ano de publicação, número de pacientes submetidos à pesquisa, tempo de seguimento, metodologia aplicada e resultados. Os resultados dos estudos foram analisados de forma descritiva. Como critérios de exclusão, os artigos que abordavam sobre estudos experimentais e em teste *in vitro* foram excluídos, artigos como Narrativa, Editorial, Carta ao Editor,

Comunicação preliminar ou relato de caso foram excluídos, artigos fora do período de publicação estabelecido e publicações na língua que não inglesa também não foram selecionados. Para realização desse artigo foi realizada uma pesquisa bibliográfica nas bases de dados PubMed, Cochrane e Uptodate, na qual foram utilizadas diversas combinações de termos relacionados ao tema, incluindo derivações que foram conectados pelo descritor booleano AND, utilizando os seguintes descritores pesquisados nos Descritores em Ciências da Saúde (DeSC): Laparoscopic surgery; robotics; Abdominal; Surgical techniques. Considerando os critérios de inclusão da pesquisa, foram analisados 14 artigos, sendo estes limitados a publicação entre os anos de 1995 a 2022, publicados originalmente na língua inglesa, os artigos inclusos poderiam ser ensaios clínicos, estudos de coorte, coortes históricas e estudos de caso controle. Esses artigos foram selecionados por analisarem sobre o manejo anestésico de pacientes submetidos à cirurgia abdominal laparoscópica e robótica.

### 3 DESENVOLVIMENTO

As alterações cardiovasculares durante a laparoscopia são variáveis e dinâmicas<sup>2</sup>. Estes efeitos são geralmente bem tolerados por pacientes saudáveis. No entanto, disfunção cardíaca intraoperatória significativa pode ocorrer em pacientes idosos e naqueles com doença cardiopulmonar (por exemplo, doença pulmonar obstrutiva crônica [DPOC], insuficiência cardíaca congestiva, hipertensão pulmonar, doença cardíaca valvar). Estudos de eventos hemodinâmicos durante a laparoscopia em pacientes com doença cardiopulmonar significativa relataram aumento da pressão arterial média (PAM), resistência vascular sistêmica (RVS) e pressão venosa central (PVC), com diminuição do débito cardíaco (DC) e do volume sistólico (SV) durante a insuflação peritoneal<sup>1,2</sup>. Em comparação com pacientes saudáveis, aqueles com doença cardiopulmonar podem necessitar de mais intervenções farmacológicas e monitoramento mais intensivo para responder a essas alterações.

As alterações cardiovasculares durante a laparoscopia relacionam-se ao aumento da pressão intra-abdominal (PIA) associada à insuflação de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), efeitos do posicionamento e da absorção de CO<sub>2</sub>. O pneumoperitônio e o aumento associado da PIA resultam em efeitos neuroendócrinos e mecânicos na fisiologia cardiovascular. O aumento da PIA resulta na liberação de catecolaminas e ativação do sistema renina-angiotensina com liberação de vasopressina<sup>3</sup>. Isso aumenta a PAM na maioria dos pacientes e pode contribuir para o aumento da RVS e da resistência vascular pulmonar (RVP). A estimulação vagal, a partir da inserção da agulha de Veress ou do trecho peritoneal com insuflação de gás, pode resultar em bradiarritmias. A bradicardia é comum nesse cenário, enquanto dissociação atrioventricular,

ritmo nodal e assistolia foram relatados. Os aspectos mecânicos da laparoscopia são dinâmicos; os efeitos cardiovasculares resultantes dependem do estado de volume preexistente do paciente, pressão de insuflação e posição. A compressão da vasculatura arterial com pneumoperitônio aumenta a RVS e RVP, com efeitos variáveis no DC e na pressão arterial (PA)<sup>3</sup>. A hipercarbia causada pela absorção de CO<sub>2</sub> também pode aumentar a RVS e a RVP; na maioria dos casos, a ventilação minuto é aumentada para prevenir a hipercapnia, mas o aumento da pressão intratorácica que acompanha os ajustes do ventilador pode aumentar ainda mais a RVS e a RVP.

Os efeitos cardiovasculares tendem a se resolver rapidamente à medida que o pneumoperitônio é mantido. Estudo de dados hemodinâmicos em 38 pacientes submetidos à colecistectomia laparoscópica relatou diminuição do índice cardíaco, VS e volume diastólico final do ventrículo esquerdo (VE) após insuflação de CO<sub>2</sub> para 15 mmHg, com normalização de todos os valores em 15 minutos. A cirurgia laparoscópica é frequentemente realizada em posições de cabeça para cima (por exemplo, para colecistectomia) ou de cabeça para baixo (por exemplo, cirurgia pélvica) para permitir que os órgãos intra-abdominais se afastem do campo cirúrgico. Extremos de posição podem afetar a função cardiovascular. A posição de cabeça erguida (ou seja, Trendelenburg reverso) leva ao acúmulo venoso, tende a reduzir o retorno venoso ao coração<sup>4</sup> e pode resultar em hipotensão, especialmente em pacientes hipovolêmicos. A posição de cabeça para baixo (ou seja, Trendelenburg) aumenta o retorno venoso e as pressões de enchimento cardíaco. Um estudo dos efeitos hemodinâmicos da laparoscopia incluiu 16 pacientes submetidos à prostatectomia radical laparoscópica com pressão intra-abdominal de 12 mmHg e posição de Trendelenburg de 45 graus. A PVC, a pressão média da artéria pulmonar e a pressão capilar pulmonar aumentaram de duas a três vezes, e a pressão arterial média (PA) aumentou 35%, sem alterações no DC, frequência cardíaca (FC) ou VS. As pressões de enchimento cardíaco normalizaram imediatamente após a cirurgia. A absorção de CO<sub>2</sub> durante a laparoscopia pode ter efeitos cardiovasculares diretos e indiretos. Os efeitos diretos da hipercapnia e da acidose associada incluem diminuição da contratilidade cardíaca, sensibilização a arritmias e vasodilatação sistêmica. Os efeitos indiretos são o resultado da estimulação simpática e incluem taquicardia e vasoconstrição, que podem neutralizar a vasodilatação<sup>3,4</sup>.

O pneumoperitônio com CO<sub>2</sub> e posicionamento cirúrgico estão associados a alterações na função pulmonar e nas trocas gasosas. Essas alterações podem resultar do aumento da PIA com pneumoperitônio e da absorção de CO<sub>2</sub>. Durante a laparoscopia, a ventilação minuto deve ser aumentada para compensar a absorção de CO<sub>2</sub>. A hiperventilação pode ser difícil para

pacientes com DPOC, asma e em obesos mórbidos, especialmente na posição de Trendelenburg. Em pacientes com DPOC e em pacientes idosos, o CO<sub>2</sub> expirado (ETCO<sub>2</sub>) pode não refletir com precisão a pressão parcial arterial de CO<sub>2</sub>; nesses pacientes, a gasometria arterial pode ser necessária para monitorar a ventilação. A absorção e eliminação de CO<sub>2</sub> em obesos mórbidos parece ser semelhante a pacientes não obesos. A oxigenação arterial diminui e o gradiente alvéolo-arterial de oxigênio aumenta em pacientes obesos anestesiados quando colocados em posição de Trendelenburg, embora a insuflação de CO<sub>2</sub> tenda a reverter ligeiramente esses efeitos<sup>4</sup>.

O pneumoperitônio causa deslocamento cefálico do diafragma e estruturas mediastinais, o que reduz a capacidade residual funcional (CRF) e a complacência pulmonar, resultando em atelectasias e aumento dos picos de pressão nas vias aéreas. Esses efeitos são exacerbados com o posicionamento de Trendelenburg íngreme (por exemplo, durante a cirurgia pélvica) e são reduzidos com o posicionamento de Trendelenburg reverso (por exemplo, durante a colecistectomia e cirurgia gástrica). As alterações na complacência pulmonar podem ser menores com a insuflação retroperitoneal (por exemplo, durante procedimentos renais ou adrenais) em comparação com a insuflação intraperitoneal<sup>5</sup>. O CO<sub>2</sub> é altamente solúvel e é rapidamente absorvido pela circulação durante a insuflação para laparoscopia. A absorção de CO<sub>2</sub> aumenta rapidamente e atinge um platô em aproximadamente 60 minutos de insuflação<sup>5</sup>. A ventilação deve ser aumentada para manter a pressão parcial arterial e expirada normal de CO<sub>2</sub>. A técnica cirúrgica pode influenciar o grau de absorção de CO<sub>2</sub>. Vários estudos descobriram que o enfisema subcutâneo, uma possível complicação da laparoscopia, está associado ao aumento da absorção de CO<sub>2</sub><sup>4,5</sup>.

O enfisema subcutâneo pode ser mais comum durante a insuflação retroperitoneal de CO<sub>2</sub> em comparação com a insuflação intraperitoneal, mas não está claro se a própria abordagem retroperitoneal aumenta a absorção de CO<sub>2</sub>. Achados de estudos que compararam a absorção de CO<sub>2</sub> com essas duas técnicas sem enfisema subcutâneo relataram resultados conflitantes. A redução da CRF e atelectasia associada à laparoscopia pode teoricamente levar a shunt e incompatibilidade ventilação/perfusão; no entanto, em pacientes saudáveis, esses efeitos são mínimos e bem tolerados, mesmo com posicionamento de Trendelenburg íngreme. O pneumoperitônio e o posicionamento de Trendelenburg podem causar movimento cefálico da carina, o que pode resultar em migração endobrônquica principal do tubo endotraqueal, hipóxia e alta pressão inspiratória. Além disso, a pressão do balonete do tubo endotraqueal aumenta em alguns pacientes durante a laparoscopia<sup>5</sup>.

Os efeitos mecânicos e neuroendócrinos do pneumoperitônio podem diminuir a circulação esplâncnica, resultando em redução do fluxo sanguíneo hepático total e perfusão intestinal. No entanto, a hipercapnia pode causar vasodilatação esplâncnica direta. Assim, os efeitos globais na circulação esplâncnica não são clinicamente significativos. A criação de um pneumoperitônio resulta na redução da perfusão renal e do débito urinário associado à compressão do parênquima renal, redução do fluxo da veia renal e aumento dos níveis de vasopressina. Quando a PIA é mantida abaixo de 15 mmHg, a função renal e o débito urinário geralmente se normalizam logo após a desinsuflação do pneumoperitônio, sem evidência histológica de alterações patológicas. Os efeitos da laparoscopia na função renal de pacientes com doença renal preexistente não foram estudados. Na maioria dos casos, acreditamos que os benefícios de uma abordagem cirúrgica minimamente invasiva superam as preocupações teóricas sobre o efeito do aumento da pressão intra-abdominal na função renal. O aumento das pressões intra-abdominais e intratorácicas, hipercapnia e posicionamento de Trendelenburg podem aumentar o fluxo sanguíneo cerebral (FSC) e as pressões intracranianas (PIC). Em pacientes saudáveis submetidos a pneumoperitônio prolongado e posição de Trendelenburg íngreme, a oxigenação cerebral e a perfusão cerebral permanecem dentro dos limites seguros<sup>6</sup>.

A pressão intraocular (PIO) aumenta com o pneumoperitônio e aumenta ainda mais quando o paciente é posicionado em Trendelenburg. Um estudo observacional prospectivo da PIO em pacientes submetidos à prostatectomia laparoscópica robótica e histerectomia em posição de Trendelenburg íngreme descobriu que a PIO aumentou e durou até 45 a 60 minutos após a cirurgia. As implicações clínicas desse grau de aumento são desconhecidas, embora o aumento da PIO possa desempenhar um papel na perda visual pós-operatória raramente relatada em pacientes com casos prolongados<sup>4,5,6</sup>.

Na maioria dos casos, realiza-se anestesia geral para laparoscopia e cirurgia robótica. Para procedimentos realizados na posição de Trendelenburg, a anestesia geral com intubação endotraqueal permite controle e suporte ventilatório ideais. Outros usam raquianestesia ou peridural para procedimentos curtos na posição supina ou com a cabeça erguida (por exemplo, laparoscopia diagnóstica, colecistectomia laparoscópica). Um nível sensorial de T4 a T6 é necessário para uma anestesia neuroaxial adequada. Como para qualquer anestésico, monitores padrão da Sociedade Americana de Anestesiologistas (ASA) (por exemplo, pressão arterial [PA], eletrocardiografia, saturação de oxigênio, capnografia e temperatura) são aplicados antes da laparoscopia. Monitoramento adicional (por exemplo, pressão intra-arterial contínua) deve ser adicionado conforme exigido pela condição médica do paciente, a perda de sangue esperada e a duração da cirurgia. Todos os pacientes requerem a

colocação de pelo menos um cateter venoso para anestesia. A necessidade de acesso venoso adicional ou de alta capacidade deve ser ditada pela perda sanguínea esperada. Muitos procedimentos robóticos e alguns procedimentos laparoscópicos são realizados com os braços do paciente dobrados nas laterais, limitando o acesso para coleta de sangue, colocação de cateter arterial ou acesso venoso adicional durante o procedimento. Uma variedade de medicamentos e técnicas podem ser usadas para indução anestésica e são escolhidas com base nos fatores do paciente. Para a maioria dos adultos, a indução intravenosa (IV) é realizada. Após a indução, os olhos devem ser fechados e cobertos (ou seja, com fita adesiva ou curativo adesivo transparente) para evitar danos à córnea. Um tubo orogástrico deve ser colocado e aspirado para decomprimir o estômago antes da inserção da agulha ou do trocar e para minimizar a lesão do estômago<sup>6</sup>.

Coloca-se um tubo endotraqueal para controle das vias aéreas para laparoscopia, em vez de uma via aérea supraglótica (SGA), para fornecer controle ideal da ventilação para eliminação de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e proteção contra aspiração. Um tubo endotraqueal com balonete permite o uso de pressão expiratória final positiva (PEEP) e os altos picos de pressão nas vias aéreas que podem ser necessários durante o pneumoperitônio, especialmente com o posicionamento de Trendelenburg. Os ASGs são comumente usados para o manejo das vias aéreas para anestesia e podem ser usados com ventilação com pressão positiva. O uso de ASGs para laparoscopia é controverso. Esses dispositivos não protegem totalmente contra a aspiração do conteúdo estomacal e são normalmente usados com pressões inspiratórias de pico mais baixas. No entanto, existem vários estudos e relatos de casos que descrevem o uso seguro de ASGs de segunda geração para procedimentos laparoscópicos<sup>7</sup>. Os ASGs de segunda geração permitem o uso de pressão mais alta nas vias aéreas sem vazamento e possuem aberturas esofágicas para minimizar a chance de aspiração.

A laparoscopia é frequentemente realizada em posições extremas de cabeça para cima (por exemplo, Trendelenburg reverso) (por exemplo, para colecistectomia ou cirurgia gástrica) ou de cabeça para baixo (por exemplo, Trendelenburg) (por exemplo, cirurgia pélvica) para permitir que os órgãos intra-abdominais caiam do campo cirúrgico. Além disso, qualquer uma das posições usadas para procedimentos abertos pode ser necessária (isto é, litotomia, decúbito lateral, flexão ou rotação da mesa da sala de cirurgia [OR]). Os braços são frequentemente dobrados ao lado do paciente para cirurgia laparoscópica e robótica. Como em todos os procedimentos cirúrgicos mais longos, o objetivo do posicionamento e do acolchoamento é a prevenção de lesões nos nervos periféricos e nas proeminências ósseas. Os pontos de pressão

devem ser acolchoados, assim como os conectores de plástico nos tubos IV e dispositivos de monitoramento<sup>6,7</sup>.

Dispositivos de posicionamento são frequentemente usados para evitar que o paciente deslize na mesa de operação com posicionamento inclinado de Trendelenburg ou Trendelenburg reverso. Um suporte para os pés preso à extremidade da mesa de operação pode ser usado para colecistectomia laparoscópica e outros procedimentos que exijam posicionamento de Trendelenburg reverso. O acolchoamento antiderrapante e a fita transversal no corpo são opções para evitar que o paciente deslize na mesa de operação durante o posicionamento inclinado de Trendelenburg. Usamos acolchoamento antiderrapante com bandagem transversal (ou seja, fita adesiva presa à mesa de operação desde o ombro até próximo ao quadril oposto). Apoios de ombro têm sido associados a lesão do plexo braquial; se forem usados, devem ser colocados lateralmente, na articulação acromioclavicular, para evitar compressão direta do nervo. O deslizamento com o posicionamento máximo de Trendelenburg antes da preparação cirúrgica e do campo cirúrgico e confirmamos que a bandagem não restringe a excursão torácica ou afeta a ventilação. Para cirurgia robótica, uma vez que o dispositivo robótico é encaixado com os braços conectados aos instrumentos, a posição da mesa cirúrgica não deve ser alterada. Com os instrumentos em posição fixa, a movimentação do paciente pode resultar em lesão da parede abdominal e das estruturas intra-abdominais<sup>7</sup>.

Quanto aos procedimentos abdominais abertos, vários anestésicos inalatórios e intravenosos podem ser usados para manutenção da anestesia geral para laparoscopia. O uso de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) para manutenção durante a laparoscopia é controverso. A nosso ver, o balanço da literatura sobre o uso de N<sub>2</sub>O juntamente com a profilaxia de náuseas e vômitos pós-operatórios (NVPO) para laparoscopia suporta seu uso quando clinicamente indicado. Para procedimentos mais longos, se o cirurgião relatar dificuldade de exposição relacionada à distensão intestinal, o N<sub>2</sub>O pode ser descontinuado. Preocupações com o uso de N<sub>2</sub>O para laparoscopia incluem aumento da NVPO e distensão intestinal. Embora o N<sub>2</sub>O esteja associado a uma incidência modestamente maior de NVPO do que outros agentes anestésicos inalatórios, isso pode ser mitigado por medidas profiláticas antieméticas<sup>8</sup>.

Administra-se NMBAs conforme exigido pela situação clínica, visando o menor grau de bloqueio necessário para a situação clínica. A necessidade de bloqueio neuromuscular pode depender do procedimento cirúrgico, do posicionamento e do hábito corporal do paciente. Como exemplos, a exposição durante a colecistectomia laparoscópica em um paciente magro pode ser adequada com bloqueio neuromuscular mínimo, enquanto a cirurgia laparoscópica pélvica profunda pode exigir um bloqueio relativamente profundo para otimizar

as condições cirúrgicas. Durante os procedimentos robóticos, o bloqueio neuromuscular profundo deve ser mantido enquanto o dispositivo robótico estiver encaixado com instrumentos intra-abdominais acoplados. Nesta configuração, qualquer grau de movimento inesperado do paciente pode resultar em lesão. As alterações dinâmicas da função pulmonar durante a laparoscopia requerem ajuste intraoperatório da ventilação mecânica<sup>7,8</sup>.

Uma estratégia ventilatória intraoperatória de proteção pulmonar usando ventilação controlada por pressão com garantia de volume. Se este modo de ventilação não estiver disponível, usamos ventilação controlada por volume. Iniciamos com fração inspirada de oxigênio ( $FiO_2$ ) de 0,5, volume corrente de 6 a 8 mL/kg de peso corporal ideal e PEEP de 5 a 10 cm H<sub>2</sub>O, com frequência respiratória de 8 respirações/minuto. Ajustamos essas configurações para manter o  $ETCO_2$  em aproximadamente 40 mmHg e a saturação de oxigênio ( $SaO_2$ ) >90 por cento. Tal estratégia pode reduzir as complicações pulmonares pós-operatórias e melhorar a oxigenação durante a laparoscopia<sup>8</sup>. Para pacientes que desenvolvem as seguintes condições, modificamos a ventilação durante a laparoscopia da seguinte forma para pressões de pico acima de 50 mmHg, definimos a relação I:E em 1:1, para hipóxia (ou seja,  $SaO_2$  <90%), auscultamos os sons respiratórios bilateralmente para descartar broncoespasmo e intubação endobrônquica. Aumentamos a  $FiO_2$  e realizamos uma manobra de recrutamento (manter as pressões de pico das vias aéreas em 30 cm H<sub>2</sub>O por 20 a 30 segundos se as PAs arteriais [PAAs] permitirem); se a oxigenação melhorar, aumentamos os valores de PEEP e realizamos manobras de recrutamento periódicas (por exemplo, a cada 30 minutos). Se a hipoxemia e/ou os picos elevados de pressão nas vias aéreas persistirem para pacientes em posição de Trendelenburg, reduzimos o grau de inclinação e/ou reduzimos a pressão de insuflação (por exemplo, de 15 a 12 mmHg ou menos). Aumentar a frequência respiratória é preferível, em vez do volume corrente, para aumentar a ventilação minuto e compensar a absorção de  $CO_2$  evitando barotrauma. Aceitamos hipercapnia leve (ou seja,  $CO_2$  expirado [ $ETCO_2$ ] aproximadamente 40 mmHg), se necessário, para manter as pressões de pico das vias aéreas abaixo de 50 cm H<sub>2</sub>O para evitar barotrauma. Além disso, a hipercapnia leve pode melhorar a oxigenação tecidual aumentando o débito cardíaco (DC) e a vasodilatação, e um desvio para a direita da curva de dissociação da oxihemoglobina<sup>9</sup>. Para hipercapnia (isto é,  $ETCO_2$  >50 mmHg) apesar da hiperventilação, examinamos sinais de enfisema subcutâneo.

Vários modos de ventilação têm sido utilizados na tentativa de reduzir a pressão inspiratória de pico durante a laparoscopia. Embora a ventilação com suporte de pressão possa reduzir a chance de pressão inspiratória alta em comparação com o controle de volume, as alterações na pressão intra-abdominal (PIA) durante a cirurgia podem resultar em ventilação

minuto variada com configurações de controle de pressão. O controle de pressão com garantia de volume, quando disponível, pode ser usado para limitar a pressão de pico das vias aéreas, mantendo a ventilação constante. Durante a cirurgia robótica laparoscópica, as pressões de condução são distribuídas mais para a parede torácica e menos para os pulmões. Portanto, pode ser necessário aceitar as vias aéreas de pico mais altas e as pressões de condução para evitar o colapso pulmonar e manter a ventilação adequada. O recrutamento alveolar em conjunto com PEEP elevada (15 cm H<sub>2</sub>O) aplicada antes do início do pneumoperitônio pode prevenir o colapso alveolar induzido pelo pneumoperitônio, embora esta abordagem não tenha demonstrado melhorar a função pulmonar pós-operatória. Níveis mais altos de PEEP podem ser mais apropriados em pacientes de alto risco, nos quais a mecânica pulmonar prejudicada tem maior probabilidade de causar lesão. Aumentar a razão inspiratória para expiratória (I:E) pode ser benéfico na posição de Trendelenburg íngreme durante a laparoscopia<sup>8,9</sup>.

A fluidoterapia perioperatória é um dos principais fatores conhecidos por influenciar os resultados pós-operatórios após cirurgia abdominal<sup>10</sup>. A fluidoterapia restritiva com evitar o excesso de fluido melhora o resultado após cirurgia gastrointestinal de grande porte, evitando o edema intestinal e o acúmulo de fluido intersticial. Em pacientes submetidos à cirurgia robótica em posição de cabeça para baixo prolongada, a administração excessiva de líquidos pode resultar em edema facial, faríngeo e laríngeo. Nesse cenário, a fluidoterapia restritiva ou direcionada a objetivos é essencial. Os indicadores tradicionais usados para orientar a fluidoterapia (por exemplo, frequência cardíaca [FC], PA, pressões venosas centrais [PVCs] e débito urinário) não são confiáveis<sup>10</sup>. No entanto, indicadores dinâmicos como volume sistólico (VS) ou variação da pressão sistólica também podem não ser confiáveis, e o uso de monitores invasivos ou não invasivos para terapia direcionada a objetivos em procedimentos laparoscópicos permanece controverso. As alterações cardiopulmonares decorrentes do CO<sub>2</sub> intra-abdominal a insuflação interfere na interpretação das variáveis dinâmicas (por exemplo, variação do VS, variação da pressão de pulso, variação da pressão sistólica).

A laparoscopia foi identificada como um fator de risco para NVPO, embora a literatura sobre este assunto seja conflitante. Embora abordagens baseadas em risco para terapia antiemética tenham sido propostas, a adesão a essas estratégias é pobre. Portanto, a terapia antiemética multimodal profilática de rotina deve ser utilizada em todos os pacientes submetidos à cirurgia laparoscópica/robótica. O número de medicamentos antieméticos pode ser baseado no nível de risco do paciente. As origens da dor após procedimentos cirúrgicos laparoscópicos e robóticos podem ser tanto somáticas (ou seja, de incisões no local do portal) quanto viscerais (ou seja, de estiramento peritoneal e manipulação de tecidos abdominais). O

grau de dor após cirurgia laparoscópica e robótica é geralmente baixo a moderado e é menor do que o procedimento aberto correspondente, mas o grau de dor depende da cirurgia específica. Por exemplo, a dor após nefrectomia laparoscópica geralmente pode ser tratada adequadamente com opioides parenterais sem analgesia regional<sup>5,10</sup>.

Uma abordagem multimodal específica do procedimento para o manejo da dor pós-operatória, começando antes e continuando na sala de cirurgia. O objetivo é minimizar a administração pós-operatória de opióides. A dor após a laparoscopia pode muitas vezes ser tratada de forma eficaz com acetaminofeno, antiinflamatórios não esteróides (AINEs) ou inibidores específicos da ciclooxigenase 2 (COX 2) e dexametasona. Nós rotineiramente infiltramos as incisões com anestésico local (AL) no momento do fechamento da ferida. No pós-operatório, se necessário, a dor de intensidade baixa a moderada pode ser tratada com opioides fracos (p.), e a dor de intensidade moderada a alta pode ser tratada com opióides fortes (por exemplo, hidrocodona e oxicodona). Para procedimentos cirúrgicos híbridos ou assistidos por laparoscopia com incisões mais longas, os bloqueios do plano interfascial, como o bloqueio do plano transversal abdominal (TAP) podem ser benéficos. Alternativamente, a infiltração do sítio cirúrgico também demonstrou proporcionar um bom alívio da dor. O autor não usa analgesia neuroaxial (isto é, analgesia peridural contínua ou opióides intratecais) para dor pós-operatória após cirurgia laparoscópica, enquanto outros podem usar essas técnicas em pacientes selecionados<sup>9,10</sup>.

As complicações durante a laparoscopia incluem aquelas relacionadas aos efeitos fisiológicos da abordagem laparoscópica (p. ex., comprometimento hemodinâmico, descompensação respiratória), manobras cirúrgicas (disseminação para espaços subcutâneos e intratorácicos; embolia gasosa) e posicionamento do paciente. A lesão cirúrgica durante o acesso abdominal (por exemplo, embolia gasosa, lesão vascular ou de órgão sólido com hemorragia) pode causar descompensação cardiovascular rápida. A insuflação abdominal inicial é um momento de hipervigilância em relação à pressão arterial (PA), frequência cardíaca (FC), pressões inspiratórias de pico, CO<sub>2</sub> expirado final (ETCO<sub>2</sub>) e saturação de oxigênio. Alterações nos sinais vitais devem ser imediatamente discutidas com o cirurgião para permitir a reavaliação da posição da agulha ou portal e possível liberação do pneumoperitônio. O tratamento da disfunção hemodinâmica inclui a confirmação de que a pressão intra-abdominal (PIA) está dentro dos limites aceitáveis; exclusão de causas tratáveis; e terapia de suporte incluindo redução de anestésicos, administração de fluidos e intervenções farmacológicas. Se a terapia de suporte for ineficaz, a deflação do abdome pode ser necessária. Após a estabilização cardiopulmonar, pode-se tentar uma reinsuflação lenta e

cautelosa usando PIA mais baixa. No entanto, com sinais persistentes de comprometimento cardiopulmonar significativo, pode ser necessário converter para um procedimento aberto. Durante a cirurgia, a instabilidade hemodinâmica pode ocorrer por vários motivos e pode ser mais provável em pacientes com comorbidades cardíacas<sup>10</sup>.

A hemorragia pode ser menos óbvia durante os procedimentos laparoscópicos devido ao campo cirúrgico limitado e focado. Hipotensão inexplicada deve ser discutida com o cirurgião. Quando a ventilação é aumentada para compensar a absorção de CO<sub>2</sub>, o retorno venoso ao coração pode ficar comprometido e resultar em hipotensão, principalmente com o uso de pressão expiratória final positiva (PEEP). A administração de fluidos e/ou mudança nas configurações ventilatórias podem melhorar a PA. O posicionamento de cabeça para cima pode causar acúmulo venoso e redução do retorno venoso ao coração. Pode ser necessária a administração de vasopressores (por exemplo, fenilefrina) e/ou administração de fluidos. As complicações pulmonares durante a laparoscopia, incluindo hipercapnia e hipoxemia, podem estar relacionadas aos efeitos fisiológicos da técnica. Pode ser necessário aumentar a ventilação durante a laparoscopia para compensar a absorção de CO<sub>2</sub>. Quando ocorre hipercapnia ou aumento da ETCO<sub>2</sub> apesar do aumento da ventilação, devem ser consideradas as causas para o aumento da absorção ou diminuição da eliminação de CO<sub>2</sub>, incluindo aquelas que podem ocorrer durante qualquer anestesia e aquelas específicas da laparoscopia. Quando ocorre hipercapnia grave durante a laparoscopia, o paciente deve ser examinado quanto a sinais de enfisema subcutâneo (ou seja, crepitação no abdome, tórax, clavículas e pescoço)<sup>4,5,6,10</sup>.

Quando o ETCO<sub>2</sub> elevado persiste apesar da hiperventilação agressiva (por exemplo, picos de pressão nas vias aéreas > 50 cm H<sub>2</sub>O), pode ser necessária redução da pressão de insuflação ou conversão para cirurgia aberta. A dessaturação de oxigênio pode ocorrer durante a laparoscopia em decorrência de alterações fisiológicas da técnica, posicionamento cirúrgico ou por razões que podem ocorrer hipóxia durante qualquer anestesia. O tórax deve ser auscultado quanto à qualidade e presença de sons respiratórios bilaterais para descartar broncoespasmo e intubação endobrônquica. O tratamento inicial inclui um aumento na concentração inspirada de oxigênio. A menos que o paciente esteja hipotenso, uma manobra de recrutamento deve ser realizada (ou seja, respiração manual com pressão de platô de 30 cm H<sub>2</sub>O, mantida por 20 a 30 segundos de duração, se a PA permitir) e a PEEP deve ser otimizada. Se ocorrer hipoxemia refratária, o pneumoperitônio deve ser liberado<sup>10</sup>.

O enfisema subcutâneo pode ocorrer durante a laparoscopia quando o CO<sub>2</sub> é insuflado nos tecidos subcutâneos. Isso pode ocorrer durante a insuflação intraperitoneal com uma agulha de Veress ou trocarre mal posicionado, durante a laparoscopia extraperitoneal (por exemplo,

cirurgia renal) ou durante a laparoscopia abdominal superior (por exemplo, fundoplicatura de Nissen). Em casos raros, o gás pode seguir para o tórax e mediastino, resultando em capnotórax, capnomediastino e capnopericárdio. A absorção de  $\text{CO}_2$  do enfisema subcutâneo pode continuar por até várias horas após a cirurgia. Pacientes saudáveis são capazes de aumentar a ventilação para eliminar  $\text{CO}_2$ , mas aqueles com doença pulmonar crônica ou com depressão respiratória induzida por opióides podem permanecer hipercárbicos e acidóticos no início do pós-operatório. Pode ocorrer sonolência, hipertensão e taquicardia. Para pacientes sintomáticos com enfisema subcutâneo da região de cabeça e pescoço, uma radiografia de tórax pós-operatória deve ser realizada para descartar capnotórax. Pacientes com enfisema subcutâneo significativo devem ser observados na sala de recuperação pós-anestésica (SRPA) por várias horas, até que o inchaço comece a diminuir e os sinais vitais sejam normais<sup>8,9,10</sup>.

Capnothorax, embora raro, pode ser potencialmente fatal. Deve-se suspeitar de capnotórax no cenário de aumento inexplicável da pressão das vias aéreas, hipoxemia e hipercapnia, especialmente durante a fundoplicatura de Nissen. Outros sinais sugestivos de capnotórax incluem enfisema subcutâneo da cabeça e pescoço, desigualdade na expansão torácica, entrada de ar reduzida e diafragma abaulado (visualizado ao direcionar o videoscópio para o diafragma)<sup>11</sup>. Se necessário, uma radiografia de tórax ou ultrassonografia transtorácica pode confirmar o diagnóstico de capno ou pneumotórax. Nesse cenário, o tratamento depende do estado hemodinâmico e respiratório do paciente e do estágio da cirurgia. Se estável, a redução da pressão de insuflação, hiperventilação e aumento da PEEP podem ser suficientes; O  $\text{CO}_2$  é reabsorvido rapidamente mesmo após grandes capnotórax. Em um caso relatado de capnotórax quase total durante a fundoplicatura de Nissen, o gás foi reabsorvido dentro de uma hora após a cirurgia, sem tratamento específico<sup>11</sup>. No entanto, o comprometimento hemodinâmico pode ocorrer, exigindo a colocação de uma agulha intratorácica ou um dreno torácico para decompressão e para permitir a conclusão da cirurgia. Se a tensão do capnotórax persistir apesar dessas medidas, a conversão para cirurgia aberta pode ser necessária<sup>11</sup>.

Capnomediastino e capnopericárdio, embora raros, podem estar associados a comprometimento hemodinâmico significativo. Os fatores de risco para essas complicações são semelhantes aos fatores de risco para o capnotórax. O diagnóstico é feito por radiografia de tórax (ou seja, o ar é visível no mediastino ou pericárdio). O manejo depende do grau de comprometimento hemodinâmico. Na maioria dos pacientes, a deflação do pneumoperitônio e a observação atenta são adequadas, enquanto outros podem exigir terapia de suporte juntamente com hiperventilação.

A embolia gasosa venosa é extremamente comum durante a laparoscopia, embora êmbolos clinicamente significativos sejam raros. Estudos usando ecocardiografia transesofágica (ETE) durante a cirurgia laparoscópica relataram uma incidência de embolia gasosa subclínica entre 17 e 100 por cento<sup>10,11</sup>. Nesse cenário, a embolia gasosa pode ocorrer por meio de dois mecanismos. Raramente, a injeção venosa direta de CO<sub>2</sub> com a agulha de Veress pode resultar em embolia de CO<sub>2</sub> rápida e de alto volume no momento da insuflação abdominal. Alternativamente, o arrastamento de CO<sub>2</sub> é possível se uma veia for cortada ou rompida durante a cirurgia, permitindo que o gás sob pressão acesse a circulação. Os sinais de embolia gasosa incluem hipotensão inexplicada, redução abrupta de ETCO<sub>2</sub>, hipoxemia e arritmias. O eletrocardiograma (ECG) pode mostrar distensão do coração direito com complexo QRS alargado. Pode ocorrer embolia paradoxal por forame oval patente (FOP) ou comunicação interatrial (CIA), com isquemia cerebral ou coronariana.

Se houver suspeita de embolia gasosa, o abdome deve ser esvaziado para reduzir a entrada de CO<sub>2</sub> e a ventilação deve ser aumentada para reduzir o tamanho das bolhas de CO<sub>2</sub>, embora a hiperventilação possa piorar a hipotensão. Como a embolia gasosa resulta de uma lesão vascular, a hemorragia é possível quando a pressão intra-abdominal é reduzida. Portanto, a reinsuflação ou cirurgia aberta pode ser necessária para interromper a hemorragia se a instabilidade hemodinâmica persistir. O tratamento é de suporte, com administração de fluidos e vasopressores e, se necessário, ressuscitação cardiopulmonar. A posição lateral esquerda, de cabeça para baixo, pode permitir que a bolha de gás flutue até o ápice do coração direito, afastando-se da artéria pulmonar<sup>10,11</sup>.

As complicações da instrumentação cirúrgica podem ocorrer durante o acesso abdominal ou durante o procedimento cirúrgico. As complicações que mais preocupam o anestesiológico incluem lesões vasculares e de órgãos abdominais, as quais podem resultar em hemorragia significativa. Até metade das complicações cirúrgicas graves ocorrem durante a colocação da agulha de Veress ou uma porta de acesso. Portanto, lesões significativas e hemorragias importantes podem ocorrer mesmo durante procedimentos de risco relativamente baixo (por exemplo, laparoscopia diagnóstica, apendicectomia laparoscópica). Nesse cenário, o acesso cirúrgico a um vaso ou órgão com sangramento pode levar tempo; A PA deve ser suportada com fluido IV e administração de vasopressores, conforme necessário. Assim como nos procedimentos cirúrgicos abertos, podem ocorrer lesões nas estruturas intra-abdominais durante a dissecação. O sangramento pode ser menos óbvio durante a laparoscopia do que durante os procedimentos abertos. A visão do campo cirúrgico é limitada e o sangue pode se acumular fora do campo cirúrgico quando os pacientes estão na posição de cabeça para cima

ou de cabeça para baixo. Sinais de hipovolemia (ou seja, hipotensão, taquicardia) podem sugerir sangramento oculto e devem ser levados ao conhecimento do cirurgião<sup>11</sup>.

O posicionamento inclinado prolongado de Trendelenburg pode causar edema conjuntival, nasal e laringofaríngeo e pode resultar em aumento da resistência das vias aéreas superiores e, raramente, laringoespasma pós-extubação e obstrução das vias aéreas. As lesões oculares menores (ou seja, abrasão da córnea) e significativas (ou seja, neuropatia óptica isquêmica) foram relatadas após laparoscopia realizada na posição de Trendelenburg íngreme. Quanto a outros procedimentos cirúrgicos longos, os pacientes submetidos a laparoscopia prolongada correm risco de lesão nervosa relacionada à posição e até síndrome compartimental. Pontos de pressão, conectores de tubos de plástico, cabos de monitoramento e suportes de perna para posicionamento de litotomia devem ser todos acolchoados. Com o posicionamento de Trendelenburg íngreme, os braços devem ser posicionados sem tração caudal nos ombros para reduzir a chance de lesão por estiramento do plexo braquial.

As cintas de ombro podem ser usadas para evitar o deslizamento durante o posicionamento de Trendelenburg; seu uso tem sido associado a lesão do plexo braquial nesse cenário, embora a incidência seja desconhecida<sup>10,11</sup>.

#### 4 DISCUSSÃO

Em um pequeno estudo de pacientes submetidos à colecistectomia laparoscópica, o fluxo sanguíneo da carótida interna reduziu significativamente após a indução da anestesia, ventilação com pressão positiva e pneumoperitônio. A redução do fluxo sanguíneo da artéria carótida interna foi independentemente associada à redução do DC, apesar da PAM inalterada, profundidade da anestesia e níveis expirados de dióxido de carbono. No entanto, o significado clínico desses achados em pacientes relativamente saudáveis permanece incerto. Em pacientes com lesões de massa intracraniana ou distúrbios cerebrovasculares significativos (por exemplo, aterosclerose carotídea e aneurisma cerebral), o aumento da PIC pode ter consequências clínicas. Portanto, nesta população de pacientes, mantemos normocapnia estrita durante a laparoscopia<sup>3,4,10</sup>.

O N<sub>2</sub>O difunde-se em espaços fechados contendo ar ao longo do tempo e pode levar à distensão intestinal, o que teoricamente pode prejudicar a exposição cirúrgica e a dissecação. Com base em pequenos estudos, o N<sub>2</sub>O não parece afetar as condições de operação durante procedimentos relativamente curtos. Um estudo cego do cirurgião das condições de operação durante a colecistectomia laparoscópica com duração média de 75 minutos com e sem N<sub>2</sub>O não encontrou diferença na dificuldade técnica com a administração de N<sub>2</sub>O. Da mesma

forma, um estudo cego para o cirurgião dos efeitos do N<sub>2</sub>O durante 50 cirurgias laparoscópicas de bypass gástrico não encontrou distensão intestinal perceptível durante 90 minutos de anestesia<sup>12</sup>. Em ambos os estudos, os cirurgiões determinaram corretamente que o N<sub>2</sub>O estava sendo usado em menos da metade do tempo.

A distensão intestinal com laparoscopia pode ser uma preocupação mais significativa durante procedimentos mais longos, uma vez que a difusão de N<sub>2</sub>O em espaços cheios de gás aumenta com o tempo. Em um estudo cego ao cirurgião de aproximadamente 350 pacientes submetidos à cirurgia do cólon com duração de 3 a 3,5 horas, os cirurgiões foram solicitados a avaliar a distensão intestinal intraoperatória no final da cirurgia. Distensão intestinal moderada ou grave ocorreu duas vezes mais quando N<sub>2</sub>O foi administrado em comparação com ar (23 por cento versus 9 por cento), mas não houve distensão intestinal relatada na maioria dos casos em ambos os grupos<sup>12</sup>.

Agentes bloqueadores neuromusculares (NMBAs) são administrados durante a cirurgia abdominal para facilitar a intubação endotraqueal e melhorar as condições cirúrgicas. A literatura sobre a necessidade e nível ideal de bloqueio neuromuscular durante procedimentos laparoscópicos é inconclusiva. Alguns estudos mostraram melhor exposição cirúrgica neste cenário com bloqueio profundo (ou seja, contagem de contrações em sequência de quatro de zero, mas contagem pós-tetânica de 1 a 2) em comparação com bloqueio moderado (ou seja, contagem de contração em sequência de quatro de  $\geq 1$ ), enquanto outros não mostraram nenhum benefício do bloqueio mais profundo. Uma meta-análise de 2018 de ensaios clínicos randomizados que compararam bloqueio neuromuscular profundo com moderado durante a laparoscopia encontrou evidências insuficientes para apoiar o uso de bloqueio neuromuscular profundo. Um estudo randomizado de 2019 com 35 pacientes submetidos à cirurgia robótica laparoscópica na posição de Trendelenburg descobriu que a mecânica respiratória, aeração e ventilação regional e hemodinâmica foram semelhantes em pacientes que receberam bloqueio neuromuscular profundo versus moderado<sup>13</sup>.

Um estudo de estratégia ventilatória em 80 pacientes submetidos à laparoscopia robótica descobriu que uma relação I:E de 1:1 reduziu a pressão inspiratória de pico em comparação com uma relação de 1:2 sem alteração no DC, embora não houvesse diferença na oxigenação. Um estudo descobriu que os efeitos respiratórios do aumento da pressão intra-abdominal podem ser contrabalançados com a PEEP direcionada; no entanto, uma abordagem preferível pode ser diminuir as pressões abdominais. Em alguns pacientes obesos, o fechamento completo das vias aéreas (ou seja, falta de comunicação entre as vias aéreas proximais e os alvéolos devido ao colapso das vias aéreas) pode ocorrer com a indução da anestesia, e a pressão de abertura

alveolar pode aumentar para níveis muito altos com a instituição do pneumoperitônio e posicionamento de Trendelenburg. Isso sugere que os modos controlados por pressão podem não ser apropriados para muitos pacientes obesos, pois o aumento das pressões de abertura das vias aéreas pode impedir a ventilação, a menos que sejam usadas pressões de pico muito altas<sup>12,13</sup>.

A analgesia neuroaxial geralmente é desnecessária e não é benéfica, e estudos retrospectivos sugerem que a analgesia epidural pode retardar a deambulação e aumentar o tempo de internação. Uma revisão dos dados de registro de um protocolo de recuperação aprimorada após a cirurgia (ERAS) para cirurgia de cólon descobriu que, embora a abordagem laparoscópica reduzisse o tempo de internação hospitalar (razão de chances [OR] 0,83), a adição de analgesia epidural à laparoscopia aumentou modestamente o tempo de permanência (OR 1,1). Da mesma forma, uma revisão de banco de dados de aproximadamente 192.000 procedimentos colorretais laparoscópicos relatou um aumento no tempo médio de permanência em pacientes que tiveram analgesia epidural (seis dias versus cinco dias, diferença média de 0,6 dias, IC 95% 0,27-0,93 dias)<sup>12,13</sup>.

Vários estudos descobriram que o enfisema subcutâneo está associado ao aumento da absorção de CO<sub>2</sub><sup>14</sup>. Quando a hipercapnia ocorre apesar da hiperventilação, o paciente deve ser examinado quanto a sinais de gás subcutâneo no abdome, tórax e pescoço. Se houver crepitação ou inchaço, o cirurgião deve ser notificado; pode ser necessário reajuste de portas, redução da pressão de insuflação ou conversão para cirurgia aberta. Na maioria dos casos, o enfisema subcutâneo se resolve após a desinsuflação do abdome e não é necessária nenhuma intervenção específica. Quando ocorre crepitação ou edema na cabeça, pescoço ou parte superior do tórax, o potencial de comprometimento das vias aéreas após a extubação aumenta, especialmente para pacientes que podem apresentar edema após procedimentos prolongados na posição de Trendelenburg. Na maioria dos casos, o CO<sub>2</sub> subcutâneo é superficial e não compromete a luz das vias aéreas. Quando o inchaço externo é grave, as opções incluem o seguinte, laringoscopia para avaliar o edema das vias aéreas enquanto o paciente está anestesiado, extubação sobre um trocador de tubos e extubação retardada por várias horas, com o paciente posicionado de cabeça para cima, para permitir a reabsorção de CO<sub>2</sub><sup>14</sup>.

## 5 CONCLUSÃO

A abordagem laparoscópica tornou-se o padrão de atendimento para muitos procedimentos cirúrgicos. A cirurgia robótica é tipicamente realizada por laparoscopia; preocupações anestésicas para laparoscopia convencional e cirurgia robótica são

semelhantes. A laparoscopia requer insuflação de CO<sub>2</sub> para criar espaço para visualização e manobras cirúrgicas. O aumento associado da pressão intra-abdominal (PIA), juntamente com a absorção de CO<sub>2</sub> e os efeitos do posicionamento cirúrgico, resultam em alterações neuroendócrinas e mecânicas que afetam a função cardiopulmonar.

As alterações fisiológicas cardiopulmonares incluem o seguinte, aumento da resistência vascular sistêmica (RVS), pressão arterial (PA) e pressões de enchimento cardíaco, aumento da pressão intratorácica, redução da capacidade residual funcional (CRF) e aumento das pressões das vias aéreas. A anestesia geral com intubação endotraqueal para laparoscopia, embora outros tenham usado anestesia regional com segurança para procedimentos laparoscópicos curtos. Quando indicado, administra-se óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) como parte de uma anestesia geral balanceada, juntamente com profilaxia para náuseas e vômitos pós-operatórios (NVPO). Para a laparoscopia, administramos bloqueadores neuromusculares (BNMs) com base na necessidade clínica, visando o menor grau de bloqueio necessário para a situação clínica. Para a cirurgia robótica, mantemos o bloqueio neuromuscular profundo (ou seja, uma contração com estimulador de nervo periférico de sequência de quatro) até que o dispositivo robótico seja desencaixado.

Ventila-se com fração inspirada de oxigênio (FiO<sub>2</sub>) de 0,5, volume corrente inicial de 6 a 8 mL/kg de peso corporal ideal, com pressão expiratória final positiva (PEEP) de 5 a 10 cm H<sub>2</sub>O, na uma frequência respiratória de 8 respirações/minuto, ajustada para manter o CO<sub>2</sub> expirado (ETCO<sub>2</sub>) em aproximadamente 40 mmHg e saturação de oxigênio (SaO<sub>2</sub>) >90 por cento. Utilizamos ventilação com controle de pressão com garantia de volume; se não estiver disponível, usamos ventilação com controle de volume. Modifica-se a ventilação durante a laparoscopia da seguinte forma, para pressões de pico acima de 50 mmHg, definimos a relação I:E em 1:1. Para hipóxia (ou seja, SaO<sub>2</sub> <90 por cento), aumentamos a FiO<sub>2</sub>, auscultamos bilateralmente os sons respiratórios e realizamos uma manobra de recrutamento (manter as pressões de pico das vias aéreas em 30 cm H<sub>2</sub>O por 20 a 30 segundos se os PAs permitirem); se a oxigenação melhorar, aumentamos os valores de PEEP e realizamos manobras de recrutamento periódicas (por exemplo, a cada 30 minutos). Se persistirem hipoxemia e/ou picos elevados de pressão nas vias aéreas, para pacientes em posição de Trendelenburg, reduzimos o grau de inclinação e/ou reduzimos a pressão de insuflação (por exemplo, de 15 para 12 mmHg). Para hipercapnia (isto é, ETCO<sub>2</sub> >50 mmHg) apesar da hiperventilação, examinamos sinais de enfisema subcutâneo. Se a hipercapnia e/ou hipóxia persistirem, discutimos a conversão para cirurgia aberta.

A cirurgia laparoscópica resulta em menos dor do que o procedimento aberto correspondente. Usa-se uma abordagem multimodal para o controle da dor pós-operatória, incluindo acetaminofeno, antiinflamatórios não esteroidais e analgesia local/regional, com adição de medicação opioide apenas quando necessário. Sugere-se profilaxia para NVPO para todos os pacientes submetidos à laparoscopia. Administra-se dexametasona (4 a 8 mg IV após a indução) e antagonistas de 5-HT<sub>3</sub> (por exemplo, ondansetron 4 mg ao final do procedimento cirúrgico). Para pacientes com risco muito alto de NVPO (por exemplo, história de enjoo de movimento, história de NVPO anterior, alta necessidade de opióides para alívio da dor), também usamos escopolamina transdérmica pré-operatória (emplastro transdérmico de 1,5 mg). Além disso, utilizamos anestesia intravenosa total (TIVA) com propofol. Para terapia de resgate no pós-operatório imediato, administramos baixa dose de prometazina (6,25 mg IV, lentamente) ou dimenidrinato (1 mg/kg IV).

Complicações hemodinâmicas (por exemplo, hipotensão, hipertensão e arritmias) e pulmonares (por exemplo, hipóxia, hipercapnia) podem ocorrer como resultado dos efeitos fisiológicos da laparoscopia. Complicações raras, mas significativas, podem ocorrer, incluindo lesão vascular traumática e de órgãos, embolia por CO<sub>2</sub>, capnotórax e capnomediastino. O tratamento é de suporte e pode exigir a liberação do pneumoperitônio e conversão para cirurgia aberta.

## REFERÊNCIAS

- [1] Neudecker J, Sauerland S, Neugebauer E, et al. The European Association for Endoscopic Surgery clinical practice guideline on the pneumoperitoneum for laparoscopic surgery. Surg Endosc 2002; 16:1121.
- [2] Joshi GP, Cunningham AJ. Anesthesia for laparoscopic and robotic surgery. In: Clinical Anesthesia, 7th ed, Barash PG, Cullen BF, Steolting RK, et al. (Eds), Lippincott, Williams & Wilkins, Philadelphia 2013. p.1257.
- [3] Myre K, Rostrup M, Buanes T, Stokland O. Plasma catecholamines and haemodynamic changes during pneumoperitoneum. Acta Anaesthesiol Scand 1998; 42:343.
- [4] Gutt CN, Oniu T, Mehrabi A, et al. Circulatory and respiratory complications of carbon dioxide insufflation. Dig Surg 2004; 21:95.
- [5] Giebler RM, Kabatnik M, Stegen BH, et al. Retroperitoneal and intraperitoneal CO2 insufflation have markedly different cardiovascular effects. J Surg Res 1997; 68:153.
- [6] Closhen D, Treiber AH, Berres M, et al. Robotic assisted prostatic surgery in the Trendelenburg position does not impair cerebral oxygenation measured using two different monitors: A clinical observational study. Eur J Anaesthesiol 2014; 31:104.
- [7] Yoon SW, Kang H, Choi GJ, et al. Comparison of supraglottic airway devices in laparoscopic surgeries: A network meta-analysis. J Clin Anesth 2019; 55:52.
- [8] Myles PS, Chan MT, Kasza J, et al. Severe Nausea and Vomiting in the Evaluation of Nitrous Oxide in the Gas Mixture for Anesthesia II Trial. Anesthesiology 2016; 124:1032.
- [9] Fleischmann E, Herbst F, Kugener A, et al. Mild hypercapnia increases subcutaneous and colonic oxygen tension in patients given 80% inspired oxygen during abdominal surgery. Anesthesiology 2006; 104:944.
- [10] Joshi GP. Intraoperative fluid restriction improves outcome after major elective gastrointestinal surgery. Anesth Analg 2005; 101:601.
- [11] Hawasli A. Spontaneous resolution of massive laparoscopy-associated pneumothorax: the case of the bulging diaphragm and review of the literature. J Laparoendosc Adv Surg Tech A 2002; 12:77.
- [12] Brodsky JB, Lemmens HJ, Collins JS, et al. Nitrous oxide and laparoscopic bariatric surgery. Obes Surg 2005; 15:494.
- [13] Brandão JC, Lessa MA, Motta-Ribeiro G, et al. Global and Regional Respiratory Mechanics During Robotic-Assisted Laparoscopic Surgery: A Randomized Study. Anesth Analg 2019; 129:1564.
- [14] Wolf JS Jr, Monk TG, McDougall EM, et al. The extraperitoneal approach and subcutaneous emphysema are associated with greater absorption of carbon dioxide during laparoscopic renal surgery. J Urol 1995; 154:959.