

Anestesia para Cirurgia Videolaparoscópica

Anesthesia for Videolaparoscopic Surgery

Carlos Rogério Degrandi Oliveira

Serviço de Anestesiologia da Santa Casa da Misericórdia de Santos Centro de Ensino e Treinamento em Anestesiologia da Santa Casa de Santos

RESUMO OBJETIVO: Diversos estudos têm demonstrado a exequibilidade e os bons resultados da gastroplastia com derivação gastrojejunal no tratamento da obesidade mórbida. Com o desenvolvimento do instrumental cirúrgico e a popularização do método videolaparoscópico, a cirurgia bariátrica tornou-se uma das áreas em que a laparoscopia mais promoveu progressos. Como resultado da experiência produzida inclusive por ensaios clínicos aleatorizados entre a via laparotômica e a via laparoscópica, a via de acesso por vídeo parece associada a maior tempo operatório, menor tempo de internação, menor incidência de complicações da incisão cirúrgica, maior incidência de suboclusão intestinal e maior ocorrência de estenose de anastomose (principalmente quando utilizado grampeamento circular). A avaliação das condições inerentes aos locais dos estudos tais como a experiência do cirurgião, equipamento e financiamento se fazem necessárias com o objetivo de viabilizar a implantação da via de acesso por vídeo para o tratamento cirúrgico por gastroplastia da obesidade mórbida.

Palavras-chave: OBESIDADE; OBESIDADE MÓRBIDA; GASTROPLASTIA; DERIVAÇÃO GÁSTRICA.

ABSTRACT *Bariatric surgery is the therapy for morbid obesity. Several reports already concluded for the feasibility and effectiveness associated to gastric bypass which has been proven as safe and well-tolerated approach. Equipment development and better surgeons' laparoscopic skills lead to a significant increase in the number of operations performed worldwide and between us. Since methodological quality of published reports are poor, it remains a difficult task to determine the most cost effective approach to gastric bypass, if conventional or laparoscopic. Significant differences can be found regarding perioperative complication, time to recovery, and cost. Laparoscopic gastric bypass seems to be associated to a lower hospital stay, a prolonged operative time, lower incidence of wound complications, more postoperative complications such as bowel obstruction and anastomotic stenosis and an elevated cost. These results should be taken in to account when considering to begin and maintain programs for surgical treatment of morbid obesity in our country.*

Key words: OBESITY; OBESITY MORBID; GASTRIC BYPASS, GASTROPLASTY.

OLIVEIRA CRD. Anestesia para Cirurgia Videolaparoscópica. Rev bras videocir 2005;3(1):32-42.

Recebido em 17/03/2005

Aceito em 18/03/2005

A cirurgia videolaparoscópica tem sido cada vez mais usada como método terapêutico e diagnóstico sendo a colecistectomia, o procedimento mais realizado. Comparada com a cirurgia convencional, a videolaparoscópica apresenta algumas vantagens: menores incisões, deambulação e alta hospitalar mais precoces antecipando retorno à atividade habitual, menor comprometimento pós-operatório da função

respiratória preservando a atividade diafragmática, menor incidência de íleo pós-operatório, menor formação de aderências e dor quase sempre menos intensa^{1,2}.

Para que haja uma boa visualização das estruturas anatômicas sobre as quais atuará, é necessária a introdução de gás dentro da cavidade, que provocará sua distensão, separando as paredes dos órgãos internos e estes entre si, o que resultará

em maior espaço para o trabalho cirúrgico. O pneumoperitônio, componente obrigatório da técnica, dá características especiais para a condução da anestesia, visto que a pressão intra-abdominal (PIA) positiva resulta em alteração na fisiologia, o que deve ser do conhecimento de todos que participam do procedimento. Importa também considerar técnicas anestésicas, drogas e monitorização específicas que a videolaparoscopia exige^{3,4}.

PNEUMOPERITÔNIO COM DIÓXIDO DE CARBONO (CO₂)

Ar ambiente, oxigênio, nitrogênio, óxido nítrico, argônio e hélio já foram indicados para a produção do pneumoperitônio⁵⁻⁸, no entanto o gás ideal deveria ser inerte, incolor, não irritante para o peritônio, não explosivo frente à coagulação elétrica ou a laser e também de fácil eliminação do organismo. Atualmente o gás que mais se aproxima destas características é o CO₂. Quando é colocado na cavidade abdominal, o CO₂ não se mantém estático, difundindo-se através de todos os tecidos, entrando em equilíbrio com todos os compartimentos corporais.

Vale lembrar que normalmente, em repouso, a produção basal de CO₂ é de aproximadamente 2,5 ml/kg/min. A capacidade de armazenamento de CO₂ no organismo é de aproximadamente 120 litros e os ossos e a musculatura esquelética atuam como um grande reservatório a longo prazo⁹.

Foi demonstrado que o CO₂ apresenta uma absorção não linear quando se considera o aumento gradativo da PIA. A conclusão, por experimentação em porcos, é que até uma determinada pressão haveria um aumento da área de exposição do CO₂ no sangue, o que daria uma fase de grande absorção. Com a elevação da pressão, os vasos capilares peritoneais se colabariam frente a uma pressão extraluminal maior do que a pressão hidrostática em seus interiores. A partir deste momento haveria uma queda da velocidade de absorção¹⁰. Do que foi exposto, depreende-se a importância de uma adequada ventilação e de um bom desempenho hemodinâmico na videolaparoscopia com capno-pneumoperitônio artificialmente induzido.

MONITORIZAÇÃO

Alem dos equipamentos utilizados de rotina, considera-se a utilização do capnógrafo como obrigatório em todas as videolaparoscopias, independente do tipo e duração da intervenção. A monitorização da pressão expirada do CO₂ (P_{ET} CO₂) medida continuamente demonstra a correta conexão do sistema de ventilação e o grau de absorção do CO₂ durante o procedimento. Deve-se lembrar que o valor registrado na capnometria não se correlaciona bem com a PaCO₂ devido ao gradiente alvéolo-arterial fisiológico existente de aproximadamente 4 mmHg e que, na vigência de pneumoperitônio, tende a estar alterado¹¹. Entre os vários fatores que alteram este gradiente, salientam-se as cardiopatias, as pneumopatias com seus efeitos sobre a relação ventilação/perfusão e a duração da insuflação. Quando se induz o pneumoperitônio, a tendência de alteração do gradiente é maior, daí a necessidade de se avaliar a pressão parcial do CO₂ diretamente em uma amostra de sangue arterial.

Recomenda-se, portanto, nestes pacientes (ASA III/IV) e também em procedimentos prolongados indicados para videolaparoscopia, a punção da artéria radial com duplo objetivo: instalação de um sistema de avaliação direta da pressão arterial média e possibilidade de realização de gasometrias arteriais intermitentes¹².

Um analisador de gases, para determinar a fração inspirada de O₂, N₂O e halogenados permite a rápida interpretação de alterações durante o aumento da PIA.

Nos pacientes de alto risco pode ser necessário a ecocardiografia transesofágica¹². Os monitores devem permitir a observação dos parâmetros aferidos com facilidade, especialmente no ambiente com baixa luminosidade.

REPERCUSSÕES SISTÊMICAS DO PNEUMOPERITÔNIO

Uma vez estabelecido, o pneumoperitônio causa alterações cardiovasculares significativas, que acarretarão maior ou menor repercussão para o paciente em função da: pressão utilizada, duração

do procedimento, estado funcional cardio-circulatório do paciente antes da cirurgia, posicionamento do paciente e volume intravascular. A PIA elevada exerce efeitos opostos no sistema cardiovascular. Ela força o sangue para fora dos órgãos abdominais e veia cava inferior e para o interior do reservatório venoso central, enquanto, ao mesmo tempo, aumenta o acúmulo de sangue periférico, tendendo a diminuir o volume sanguíneo central^{13,14}.

A PIA elevada acarreta compressão das artérias e veias abdominais¹⁵. A compressão da aorta contribui para o aumento na resistência vascular sistêmica e na pós-carga o que pode culminar com redução no débito cardíaco. A compressão venosa, por sua vez, determina alterações transitórias no retorno venoso seguidas pelo declínio na pré-carga e no fluxo da veia cava inferior¹⁶.

Até mesmo pequenos valores de PIA (10 mmHg) originam diminuição no débito cardíaco, aumentos na pressão arterial e na resistência vascular sistêmica. A frequência cardíaca pode permanecer inalterada ou aumentar discretamente¹⁷. A diminuição no débito cardíaco é proporcional ao aumento na PIA, sendo que acima de 22 mmHg a pré-carga encontra-se diminuída em mais de 80% dos pacientes normovolêmicos.

Durante o aumento da PIA, há elevação na resistência vascular sistêmica mediada por fatores mecânicos (aumento na resistência aos órgãos intra-abdominais) e por fatores humorais. São observados aumentos nas concentrações de catecolaminas, nos hormônios do sistema renina-angiotensina-aldosterona e principalmente na vasopressina o que contribui para aumentar a pós-carga¹⁸. Os aumentos nas concentrações da vasopressina são os que melhor se correlacionam com a maior resistência vascular sistêmica¹⁹.

O resultado final das alterações na pré-carga e pós-carga no débito cardíaco deverá ser individualizado para cada paciente.

A forma de instalação do pneumoperitônio deve ser lenta, com baixo fluxo inicial, aumentando progressivamente²⁰. A insuflação aumenta a PIA, com valor médio em torno de 15 mmHg. Há redução da complacência pulmonar com elevação

diafragmática, limitando a expansão. A elevação diafragmática também pode facilitar a intubação seletiva. Há queda da capacidade vital (CV), da capacidade pulmonar total (VT) e da capacidade residual funcional (CRF). A redução da capacidade residual funcional pode ser associada com o desenvolvimento de atelectasia e aumento do *shunt* pulmonar. A elevação da pressão de pico respiratório, além das alterações hemodinâmicas, pode causar barotrauma com formação de pneumotórax, enfisema subcutâneo e de pneumomediastino, também relacionado com a passagem do gás sob pressão, dissecando através de tecidos traumatizados cirurgicamente, ou de defeitos anatômicos.

Sob o ponto de vista da função pulmonar pós-operatória, comparando com a laparotomia, a função pulmonar fica mais preservada, no entanto foram observados acidose metabólica e aumento no débito do CO₂ por tempo superior à 1 hora no pós-operatório²¹.

A hipoxemia que ocorre com queda da saturação de oxigênio, pode estar relacionada com doença prévia, hipoventilação, obesidade, atelectasia peri-operatória, redução do débito cardíaco, elevação do *shunt* pulmonar além de falha do equipamento de ventilação ou até mesmo intubação seletiva.

O CO₂ absorvido do pneumoperitônio é estocado no organismo e eliminado pelos pulmões. A capnometria com avaliação da P_{ET}CO₂ é ligeiramente menor do que a PaCO₂ no paciente sem doença pulmonar. Um aumento da diferença entre PaCO₂ e P_{ET}CO₂ reflete aumento da ventilação de espaço morto. Pacientes com doença pulmonar crônica beneficiam-se de ventilação mecânica prolongada no pós-operatório porque, mesmo se houver de hiperventilação intra-operatória intensa, eles ainda apresentam risco de hipercarbica e acidose se forem extubados precocemente ou deixados em respiração espontânea²². A interação de CO₂ absorvido do pneumoperitônio com alguns anestésicos, sobretudo halotano, pode causar arritmias cardíacas.

Quanto à função renal, a oligúria é comum durante as laparoscopias. Ocorre pela diminuição

no fluxo sanguíneo renal e na perfusão das regiões medular e cortical dos rins, levando à redução no ritmo de filtração glomerular, no débito urinário e na excreção de sódio. A causa das alterações no fluxo sanguíneo e na função renal é a compressão mecânica do parênquima, das artérias e das veias renais secundária ao aumento na PIA²³. A diminuição do débito urinário também pode ocorrer pela compressão da veia cava ou secundariamente às concentrações elevadas de hormônio antidiurético²⁴.

O fluxo sanguíneo esplâncnico está diminuído durante todo o tempo de insuflação. Mudanças na microcirculação esplâncnica durante o pneumoperitônio incluem diminuição na perfusão gástrica com queda no pH intramucoso gástrico²⁵. Com pressões intra-abdominais acima de 10 mmHg já se observam alterações no fluxo sanguíneo esplâncnico e hepático²⁶.

Com relação ao sistema nervoso, a hemodinâmica cerebral sofre influências das alterações da hemodinâmica cardiovascular, das variações na PaCO₂, da posição do paciente no intra-operatório e dos aumentos das pressões intra-abdominal e intratorácica¹⁵.

Foi observado que a pressão intracraniana (PIC) aumenta durante o pneumoperitônio, mesmo sem o concomitante aumento da PaCO₂. O aumento da PIC é proporcional ao aumento da PIA. Pressões intra-abdominais elevadas comprimem a veia cava e aumentam a pressão intratorácica em virtude do deslocamento do diafragma¹⁵.

O aumento na pressão da veia cava inferior também determina aumentos na pressão da região lombar da coluna vertebral, diminuindo a drenagem do plexo lombar e reduzindo a reabsorção do líquido, o que contribui para a elevação da PIC²⁷.

O pneumoperitônio acarreta diminuição do fluxo sanguíneo venoso dos membros inferiores e este fato aumenta o risco de trombose venosa profunda^{28,29}.

ANESTESIA E ANALGESIA

Embora a cirurgia videolaparoscópica possa ser realizada com anestesia regional, a anestesia

geral é a técnica de escolha na maioria dos procedimentos.

A anestesia geral elimina o desconforto causado pelo pneumoperitônio e pelas mudanças de posição do paciente na mesa cirúrgica. A ventilação deve ser controlada porque vários fatores contribuem para o aparecimento de hipercarbia, como depressão da respiração por drogas, absorção do CO₂ pela cavidade abdominal, alterações na mecânica ventilatória determinadas pelo aumento da PIA e pela posição do paciente na mesa cirúrgica⁴. O tubo traqueal deve ser provido de balonete para prevenir que a regurgitação do conteúdo gástrico seja aspirada pelo pulmão. Após a indução da anestesia deve ser introduzida sonda nasogástrica e cateter vesical para descomprimir o estômago e a bexiga e prevenir o trauma visceral durante a introdução do trocáter.

A escolha das drogas anestésicas deve ter por objetivo o despertar precoce, livre de ações residuais e com menor incidência de efeitos colaterais, como náusea, vômitos, dor e depressão respiratória no pós-operatório.

Para a medicação pré-anestésica o midazolam constitui boa opção em virtude de sua rápida meia-vida de eliminação e por proporcionar amnésia.

A seleção do opióide fica de acordo com a duração do procedimento e a intensidade da dor pós-operatória. Eles podem ocasionar espasmo do esfíncter de Oddi que é revertido com naloxona, nalbufina ou glucagon⁴.

O propofol pode ser utilizado como agente indutor ou em infusão contínua porque proporciona amnésia e despertar precoce e possui efeito antiemético^{30,31}. O etomidato é uma droga de curta duração e também pode ser utilizado na indução da anestesia, porém determina elevada incidência de náusea e vômito³.

Entre os inalatórios, a preferência recai sobre aqueles que não sensibilizam o miocárdio às catecolaminas e que determinam redução na resistência vascular sistêmica, como o isoflurano e sevoflurano¹¹.

Com relação ao óxido nitroso, não há estudos que indiquem a superioridade do ato anestésico-cirúrgico quando o agente não é utilizado, portanto

não há dados consistentes que contra-indiquem sua utilização^{8,32}.

Com relação aos bloqueadores neuromusculares estão indicados os de curta e os de intermediária duração de ação, dependendo do tempo do procedimento cirúrgico; mivacúrio, rocurônio, atracúrio, cisatracúrio e o vecurônio constituem opções³³⁻³⁴. É importante que o relaxamento da musculatura abdominal seja intenso para minimizar as alterações fisiológicas decorrentes do aumento da PIA.

Com o aumento dos procedimentos em caráter ambulatorial, onde se deseja uma rápida e melhor recuperação pós-anestésica, a melhor conduta é o uso de anestesia venosa total (AVT), utilizando-se drogas em bombas de infusão contínua com sistemas informatizados de programação de dosagens³¹. Em colecistectomia com AVT os padrões hemodinâmicos e principalmente os ventilatórios, retornam aos valores pré-operatórios mais rapidamente que em laparotomia com anestesia balanceada. Esta técnica também é vantajosa quando se atua sobre pacientes de alto risco e em procedimentos de maior dificuldade técnica e duração³⁵.

Com relação a analgesia pós-operatória, a agressão metabólica e as respostas da fase aguda frente ao estresse cirúrgico são significativamente menores nesta técnica³⁶. No entanto dor no abdômen e ombro superior podem ser evidentes em 63% dos pacientes³⁷. A etiologia e a patogênese da dor no ombro necessitam de maiores estudos para seu completo entendimento, sendo atualmente atribuídas a dois fatores, a irritação do peritônio diafragmático, causada pela própria natureza química do CO₂ e ao estiramento das fibras musculares diafragmáticas pela pressão do pneumoperitônio³⁷.

Várias técnicas já foram publicadas e utilizadas para analgesia, desde a infiltração com anestésico local nos pontos de punção até a dispersão deles na cavidade peritoneal^{38,39}. A exigência de analgésico no pós-operatório é menor quando o pneumoperitônio é evacuado corretamente⁴⁰.

A administração de tenoxicam por via venosa antes do início da colecistectomia

videolaparoscópica melhora a qualidade da analgesia pós-operatória diminuindo significativamente a necessidade de analgésicos e permitindo alta mais rápida da sala de recuperação pós-anestésica⁴¹.

Em um trabalho utilizando o diclofenaco, previamente à indução anestésica para laparoscopia ginecológica, a solicitação de outras drogas para analgesia foi significativamente menor do que no grupo controle⁴².

Os antiinflamatórios não-esteróides(AINES) inibidores da ciclooxigenase-2 representaram importante avanço farmacológico no tratamento antiinflamatório, no entanto, tais compostos apresentam efeitos colaterais indistinguíveis dos AINES convencionais e são drogas de alto custo. Como toda medicação de recente lançamento no arsenal médico, maiores avaliações são necessárias para o estabelecimento da real segurança destes compostos⁴³.

Em um trabalho recente utilizando parecoxib (40mg) comparado com o ceterolaco (30mg) administrados na indução, mostrou que a segunda droga é mais efetiva no controle da dor pós-operatória em laparoscopias ginecológicas⁴⁴.

Com relação a náuseas e vômitos, o ondansetron, a alizaprida e o propofol isoladamente ou associado a dexametasona foram eficazes na prevenção de náusea e vômito no pós-operatório de pacientes submetidas à laparoscopia ginecológica^{45,46}.

COMPLICAÇÕES

Além das complicações inerentes às drogas e à técnica anestésica, a cirurgia videolaparoscópica cursa com complicações especiais, determinadas pela inserção do trocáter, pela instalação do pneumoperitônio e pelo posicionamento do paciente na mesa cirúrgica.

A sondagem gástrica deve ser realizada sempre após a indução e antes da insuflação do peritônio, porque nas manobras de ventilação sobre máscara, para efeito de desnitrogenação, pode-se provocar uma distensão gasosa de estômago e no momento que o cirurgião fizer a primeira punção com agulha de Verres, que é às cegas, pode haver lesão.

São descritas lesões que acontecem quando a agulha de Verres ou o trocáter são introduzidos na parede abdominal antes da inserção do laparoscópio: rotura peritoneal, sangramento dos vasos da parede, perfuração do trato gastro-intestinal, laceração hepática e esplênica, trauma de grandes vasos, avulsões de adesões e herniação de estruturas pelo local de inserção do trocáter⁴.

As perfurações de vísceras ocas não são percebidas rapidamente, já que não há repercussões hemodinâmicas imediatas. Já as lesões hepáticas e esplênicas são inferidas em função da instabilidade circulatória que pode estar presente desde o início do quadro. As pequenas lacerações destes órgãos não geram comprometimento hemodinâmico imediato, e por isto o diagnóstico só é usualmente feito a partir de um sangramento “inexplicável” observado após a introdução da câmera. Há ainda a possibilidade de estiramento da cápsula esplênica pela pressão intra-cavitária elevada, sendo uma causa rara de hipotensão pós-operatória⁴⁷.

Entre as complicações decorrentes da punção abdominal, as mais dramáticas são as lesões de vasos calibrosos. Nestes casos, a vigilância por parte do anestesiológico é decisiva, já que o intervalo de tempo entre a ocorrência da lesão e a introdução da câmera pode ser relativamente amplo e a instabilidade circulatória será o sinal de alerta mais precoce. Toda hipotensão arterial que ocorre após a punção abdominal deve ser valorizada. Tais intercorrências, embora infreqüentes, exigem atenção por parte do anestesiológico, já que o diagnóstico precoce é fundamental para minimizar o acidente e suas repercussões. A confirmação do posicionamento da agulha é feita à semelhança da identificação do espaço peridural, com uma seringa e as devidas manobras.

Para os procedimentos no andar superior do abdômen, o paciente é colocado em céfalo-ativo, para cirurgias pélvicas em céfalo-declive.

A posição de céfalo-declive, quando utilizada em procedimentos prolongados, é responsável por edema no segmento cefálico, enquanto a posição de céfalo-ativo determina redução no retorno venoso. Além disto, os decúbitos laterais acentuados são superpostos às posições acima

descritas, havendo muitas vezes necessidade de fixar o paciente à mesa. A posição de céfalo-declive está associada à diminuição de fluxo sanguíneo hepático total, fluxo da artéria hepática e da veia porta¹⁵.

Quando o paciente é colocado na posição de Lloyd-Davies, os membros inferiores têm de ser abduzidos e adequadamente apoiados em pernas sem que venham prejudicar a circulação, tanto arterial quanto venosa, evitando assim tromboembolismo ou lesões de nervos¹².

Após a punção, a agulha é conectada a um insuflador automático de CO₂ sendo iniciada a entrada de gás, de início lento para evitar distensão brusca do peritônio. Em procedimentos de abdômen superior as pressões de 12 a 15 mmHg são suficientes, sendo evitadas pressões acima de 20 mmHg, pois podem levar a complicações graves. São elas as arritmias cardíacas, enfisema de mediastino, hipotensão, hipoxemia, pneumotórax, embolia por CO₂ e colapso cardiovascular⁴.

As arritmias cardíacas ocorrem principalmente durante a insuflação peritoneal em decorrência do súbito estiramento do peritônio que determina aumento no tônus vagal. A anestesia superficial e o uso concomitante de drogas b-bloqueadoras são fatores que contribuem para o seu aparecimento⁴. O tratamento consiste em interromper a insuflação, administrar atropina e aprofundar a anestesia.

O enfisema subcutâneo (ESC) não é complicação grave, mas ele pode ser precursor de pneumotórax, podendo se desenvolver pela insuflação extraperitoneal acidental de CO₂^{48,49}. O achado mais comum é o aumento súbito e rápido da P_{ET}CO₂, acompanhado de aumentos da PaCO₂, que coincidem com o aparecimento de ESC na face, no pescoço e no tórax⁵⁰.

A presença concomitante de aumento na pressão das vias aéreas e diminuição na complacência pulmonar indica a ocorrência de pneumotórax.

Sempre que houver aumento súbito da P_{ET}CO₂ deve-se procurar o ESC e auscultar o tórax para excluir pneumotórax associado. Deve-se aumentar o volume minuto, para manter valores aceitáveis de PaCO₂ e P_{ET}CO₂, e avaliar as vias

aréas no final da cirurgia. O pneumotórax pode ocorrer em qualquer momento durante a cirurgia, sendo, muitas vezes, diagnosticado apenas no final da mesma.

Há várias possíveis vias para o gás atingir a cavidade torácica durante o pneumoperitônio, dentre elas os defeitos diafragmáticos ou pontos de fraqueza no hiato esofágico e aórtico, através do hiato pleuroperitoneal (Forame de Bochdaleck) e através de defeitos congênitos (Forame de Morgagni). Outras causas de pneumotórax são lesões teciduais ao redor da junção gastroesofágica, roturas de bolhas diafragmáticas, lesões do ligamento falciforme e via retroperitoneal⁵¹.

Os pneumotórax são mais comuns do lado direito, nas colecistectomias, e do lado esquerdo, nas cirurgias ao redor do esôfago.

Quando ocorre durante a laparoscopia, deve-se interromper a insuflação e liberar o pneumoperitônio, ajustar a ventilação para corrigir a hipoxemia, aplicar pressão positiva expiratória final (5 cmH₂O) e reservar a toracocentese, apenas para o caso de ser necessária, uma vez que o pneumotórax pode se resolver espontaneamente.

Quanto à embolia pulmonar gasosa, embora rara, é a mais temida e perigosa complicação da laparoscopia e ocorre mais freqüentemente quando esta técnica é associada com histeroscopia⁵³.

A injeção intravascular de gás pode ocorrer quando a agulha ou o trocáter é colocado no interior de vaso sanguíneo ou como consequência da insuflação de gás dentro de um órgão abdominal. Desenvolve-se principalmente durante a instalação do pneumoperitônio, particularmente em pacientes com cirurgias abdominais prévias, mas também pode ocorrer tardiamente, no transcorrer da cirurgia^{54,55}.

A fisiopatologia da embolia gasosa é determinada pelo tamanho das bolhas e pela velocidade de entrada do gás⁵⁶.

Durante a laparoscopia, a insuflação rápida de gás sob alta pressão causa aprisionamento de gás na veia cava e no átrio direito, obstruindo o retorno venoso, com redução do débito cardíaco, ou até mesmo colapso cardiocirculatório. Uma hipertensão ventricular direita aguda pode abrir o forame oval,

permitindo embolização para os vasos cerebrais e coronarianos.

Desenvolvem-se alterações na relação ventilação perfusão com aumento do espaço morto fisiológico e hipoxemia¹¹.

A embolia por CO₂ não determina broncoconstrição ou mudanças na complacência pulmonar¹¹.

Na embolia pulmonar é importante lembrar que, devido à obstrução mecânica ao fluxo pulmonar, ocorre uma resposta bifásica da P_{ET}CO₂ (aumento rápido inicial, seguido de queda), sendo este dado capnométrico o sinal mais precoce da complicação, já que não é usado rotineiramente *eco-doppler* torácico como monitorização para esta cirurgia. Por causa da queda da P_{ET}CO₂, o capnômetro deixa de servir temporariamente como parâmetro para o ajuste dos volumes ventilatórios. Além da queda do CO₂ expirado, ocorre redução na PaCO₂, hipotensão arterial, taquicardia, disritmia, aumento na pressão venosa central, alteração nos sons cardíacos (murmúrio de roda dentada), cianose e alterações eletrocardiográficas⁵⁷. Edema pulmonar também pode ser sinal precoce de embolia gasosa⁵⁸.

O doppler precordial ou esofágico e o cateter de artéria pulmonar são muito sensíveis na detecção de pequenos volumes de gases, antes mesmo de ocorrências de mudanças fisiológicas⁵⁷.

O tratamento consiste em cessar a insuflação e liberar o pneumoperitônio. Colocar o paciente em posição de Durant (céfalo-declive e decúbito lateral esquerdo), porque a quantidade de gás que avançaria do coração direito para a circulação pulmonar seria menor e se deslocaria lateral e caudalmente da região do fluxo ventricular direito, interromper a administração de N₂O e aumentar a FIO₂ para 100%, instituindo hiperventilação para aumentar a eliminação de CO₂. Se estas medidas não forem suficientes, aspirar o gás com auxílio de cateter venoso central ou cateter de artéria pulmonar⁴⁷.

O CO₂ é armazenado em cilindros sob alta pressão e baixa temperatura. Os insufladores reduzem essa pressão, mas ainda mantém a temperatura do gás muito abaixo da intra-abdominal. Na laparoscopia intervencionista, o tempo de

manutenção deste gás dentro da cavidade pode ser tão prolongado que o paciente pode desenvolver um quadro de hipotermia. Define-se como tal quando a temperatura central cai abaixo de 35°C. Clinicamente observa-se que a associação de pneumoperitônio, pneumomediastino e ESC facilita o aparecimento de hipotermia. Em sete casos de esofagectomia videolaparoscópica foi observada uma queda de 0,1 °C a cada 20 minutos em média a partir da instalação do pneumoperitônio⁵⁹.

LIMITAÇÕES DA CIRURGIA VIDEOLAPAROSCÓPICA

Com o desenvolvimento de novas técnicas e instrumental específico, a cirurgia videolaparoscópica tem sido utilizada amplamente em cirurgia pediátrica, bariátrica e a relatos de procedimentos durante a gestação⁶⁰⁻⁶³.

Alguns fatores não podem deixar de serem considerados como limitantes ou questionáveis tais como: estados de hipertensão intracraniana, sepsis e febre. Insuficiência cardíaca ou respiratória descompensadas e a desidratação seriam fatores que impedem a boa condução dos pacientes anestesiados com pneumoperitônio.

A incidência de conversão em cirurgia aberta varia sobretudo com a experiência adquirida pelo cirurgião. São causas de conversão: hemorragias incontroláveis, trauma nas vias biliares, impossibilidade anatômica de identificação embora as microcâmeras atuais e monitores de alta resolução, sistemas ópticos e iluminação de xenônio aumentem a acuidade do método. Quando há dificuldade da cirurgia, o tempo se prolonga e aumentam as alterações respiratórias e cardiocirculatórias induzidas pelo método que comprometem a segurança do paciente. É importante que a relação de confiança entre anestesista e cirurgião permita, muitas vezes, sem decepções ou frustrações por parte da equipe cirúrgica, que se acolham às ponderações de conversão ou de não utilização da técnica. A empolgação com este excelente método por parte do cirurgião deve ter, no anestesiológico baseado em critérios técnicos, de risco anestésico, uma

opinião a ser aceita na avaliação risco/benefício para generalização em qualquer cirurgia.

Referências Bibliográficas

1. Himmer JP, Putensen C. Comparason of postoperative respiratory function after laparoscopy on open laparotomy for cholecystectomy. *Anesthesiology* 1992;77:675-680.
2. Shanta TR, Harden J. Laparoscopy cholecystectomy: Anesthesia-related complications and guidelines. *Surgical Laparoscopy & Endoscopy*, 1991;1:173-178.
3. Brull JS. Anesthetic considerations for laparoscopic procedures. *ASA Refresher Course* 1995;23:15-28.
4. Cunningham AJ, Brull S. Laparoscopic cholecystectomy: anesthetic implications. *Anesth Analg* 1993;76:1120-1133.
5. Junghans T, Bohm B, Grundel K, Schwenk W. Effects of pneumoperitoneum with carbon dioxide, argon, or helium on hemodynamic and respiratory function. *Arch Surg* 1997;132:272-278.
6. Mann C, Boccara G, Grevy V, Navarro F, Fabre JM, Colson P. Argon pneumoperitoneum is more dangerous than CO₂ pneumoperitoneum during venous gas embolism. *Anesth Analg* 1997;85:1367-1371.
7. Rademaker BM, Bannenberg JJ, Kalkman CJ, Meyer DW. Effects of pneumoperitoneum with helium on hemodynamics and oxygen transport: a comparison with carbon dioxide. *J Laparoendosc Surg* 1995;5:15-20.
8. Katayama M, Vieira JL, Campos JL, Galvão OC, Arêas ML, Bruno PR. Óxido nitroso: uma boa opção como gás para pneumoperitônio nas colecistectomias por videolaparoscopia sob anestesia geral. *Rev Bras Anesthesiol* 1996; 46:2:78-87
9. Koivusalo AM, Lindgren L. Effects of carbon dioxide pneumoperitoneum for laparoscopic cholecystectomy. *Acta Anaesthesiol Scand* 2000;44:834-841.
10. Lister DR, Rudston-Brown B, Warriner CB, McEwen J, Chan M, Walley KR. Carbon dioxide absorption is not linearly related to intraperitoneal carbon dioxide insufflation pressure in pigs. *Anesthesiology* 1994;80:129-136.

11. Ganem EM. Anestesia para laparoscopia. In: Ferez D, Vane LA, Posso IP, Potério GMB, Torres MLA, editors. Atualização em anestesiologia, volume IX: Editora Office, 2004 p 120-134.
12. Posso IP. Anesthesia para laparoscopia e histeroscopia. In: Yamashita AM, Takaoka F, Auler JR JOC, Iwata NM, editors. Anestesiologia SAESP 5ed: São Paulo, Editora Atheneu, 2001 p 731-743.
13. Joris JJ, Noirot DP, Legrant MJ, Jacquet NJ, Lamy ML. Hemodynamic changes during laparoscopic cholecystectomy. *Anesth Analg* 1993;76:1067-1071.
14. Lens RJ, Thomas TA, Wilkins DG. Cardiovascular changes during laparoscopy. *Anaesthesia* 1976; 36: 4-12.
15. O'Malley C, Cunningham AJ. Physiologic changes during laparoscopy. *Anesthesiol Clin North America* 2001;19:1-19.
16. Ortega AE, Richman MF, Hernandez M, Peters JH, Anthone GJ, Azen S, et al. Inferior vena caval blood flow and cardiac hemodynamics during carbon dioxide pneumoperitoneum. *Surg Endosc* 1996;10:920-924.
17. Wahba RW, Beique F, Kleiman SJ. Cardiopulmonary function and laparoscopic cholecystectomy. *Can J Anaesth* 1995;42:51-63.
18. Hirvonen EA, Nuutinen LS, Vuolteenaho O. Hormonal responses and cardiac filling pressures in head-up or head-down position and pneumoperitoneum in patients undergoing operative laparoscopy. *Br J Anaesth* 1997;78:128-133.
19. Walder AD, Aitkenhead AR - Role of vasopressin in the haemodynamic response to laparoscopic cholecystectomy. *Br J Anaesth* 1997;78:264-266.
20. Wahba RW. Ventilatory requirements during laparoscopic cholecystectomy. *Can J Anaesth* 1993; 40: 206-210.
21. Kazama T, Ikeda K, Kato T, Kikura M. Carbon dioxide output in laparoscopic cholecystectomy. *Br J Anaesth* 1996;76:530-535.
22. Fitzgerald SD, Andrus CH, Baudendistel LJ, Dahms TE, Kaminski DL. Hypercarbia during carbon dioxide pneumoperitoneum. *Am J Surg* 1992;163:186-190.
23. Razvi HA, Fields D, Vargas JC, Vaughan Jr ED, Vukasin A, Sosa RE. Oliguria during laparoscopic surgery: evidence for direct renal parenchymal compression as an etiologic factor. *J Endourol* 1996;10:1-4.
24. Punnonen R, Viinamäki O. Vasopressin release during laparoscopy role of intra-abdominal pressure. *Lancet* 1982;1:175-176.
25. Knolmayer TJ, Bowyer MW, Egan JC, Asbun HJ. The effects of pneumoperitoneum on gastric blood flow and traditional hemodynamic measurements. *Surg Endosc* 1998;12:115-118.
26. Schilling MK, Redaelli C, Krahenbuhl L, Signer C, Buchler MW. Splanchnic microcirculatory changes during CO2 laparoscopy. *J Am Coll Surg* 1997;184:378-382.
27. Halverson AL, Barrett WL, Iglesias AR, Lee WT, Garber SM, Sackier JM. Decreased cerebrospinal fluid absorption during abdominal insufflation. *Surg Endosc* 1999;13:797-800.
28. Morrison CA, Schreiber MA, Olsen SB, Hetz SP, Acosta MM. Femoral venous flow dynamics during intraperitoneal and preperitoneal laparoscopic insufflation. *Surg Endosc* 1998;12:1213-1216.
29. Emeljanov SI, Fedenko VV, Levite EM, Panfilov SA, Bobrinskaya IG, Fedorov AV, et al. Pneumoperitoneum risk prognosis and correction of venous circulation disturbances in laparoscopic surgery. A pilot study. *Surg Endosc* 1998;12:1224-1231.
30. McCollum JSC, Milligan KR, Dundee JW. The antiemetic action of propofol. *Anaesthesia* 1988;43:239-240.
31. Raftery S, Sherry E. Total intravenous anaesthesia with propofol and alfentanil protects against postoperative nausea and vomiting. *Can J Anaesth* 1992;39:37-40.
32. Taylor E, Feinstein R, White PF, Soper N. Anesthesia for laparoscopic cholecystectomy. Is nitrous oxide contraindicated? *Anesthesiology* 1992;76:541-543.
33. Raeder JC, Hole A. Out-patient laparoscopy in general anaesthesia with alfentanil and atracurium. A comparison with fentanyl and pancuronium. *Acta Anaesthesiol Scand* 1986;
34. Bailey DM, Nicholas ADG. Comparison of atracurium and vecuronium during anaesthesia for laparoscopy. *Br J Anaesth* 1988; 61: 557-559.
35. Massie M, Massie L. Advantages of laparoscopic cholecystectomy in the elderly and in patients

- with high ASA. Classifications. *Journal of Laparoendoscopy Surgery* 1993;13: 467-476.
36. Alexander JJ. Pain after laparoscopy. *Br J Anaesth* 1997;79:369-379.
37. Macatrão-costa O, Araujo GF, Faria MS, Serra HO, Santos MFS. Dor no Ombro Pós-colecistectomia com Pneumoperitônio de Baixa Pressão. *Rev Bras Videocir* 2004;2(2):68-74.
38. Rademaker BMP, Kalkman CJ, Odoom JA, Wit L, Ringers J. Intraperitoneal local anaesthetics after laparoscopic cholecystectomy: effects on postoperative pain, metabolic responses and lung function. *Br J Anaesth* 1994;72:263-266.
39. Moreira WR, Amatto PE, Bessa Jr RC, Silva JB. Bupivacaína intraperitoneal para analgesia pós-operatória em colecistectomia videolaparoscópica. *Rev Bras Anesthesiol* 2000; 50(4):283-288.
40. Fredman B, Jedeikin R, Olsfanger D, Flor P, Gruzman A. Residual pneumo-peritoneum; a cause of post operative pain after laparoscopic cholecystectomy. *Anesth Analg* 1994; 79(1):152-154.
41. Belzarena SD. Tenoxicam venoso para analgesia pós-operatória em colecistectomia videolaparoscópica. Comparação entre placebo, 20 e 40 mg de tenoxicam. *Rev Bras Anesthesiol* 1998; 48(1):7-13.
42. Gillberg LE, Harsten AS, Stahl LB. Preoperative diclofenac sodium reduces post-laparoscopy pain. *Can J Anaesth* 1993;40:406-408.
43. Kummer CL, Coelho TCRB. Antiinflamatórios não esteróides inibidores da ciclooxigenase-2 (COX-2): aspectos atuais. *Rev Bras Anesthesiol* 2002; 52(4):498-512.
44. Forrest JB, Camu F, Greer IA, Kehlet K, Abdalla M, Bonnet F, et al. Ketorolac, diclofenac and ketoprofen are equally safe for pain relief after major surgery. *Br J Anaesth* 2002; 88(2):227-233.
45. Ng A, Temple A, Smith G, Emembolu J. Early analgesic effects of parecoxib versus ketorolac following laparoscopic sterilization: a randomized controlled trial. *Br J Anaesth* 2004;92(6):846-849.
46. Ganem EM, Fukushima FB, Da Silva DSM, Nakamura G, Castiglia YMM, Vianna PTG. Eficácia do propofol e da associação de propofol e dexametasona no controle de náusea e vômito no pós-operatório de laparoscopia ginecológica. *Rev Bras Anesthesiol* 2002;52(4): 394-401.
47. Ganem EM, Fabris P, Moro MZ, Castiglia YMM. Eficácia do Ondansetron e da Alizaprida na prevenção de náusea e vômito em laparoscopia ginecológica. *Rev Bras Anesthesiol* 2001;51(5): 401-406.
48. Torres HO, Nunes CEL, Araújo Neto JP. Anestesia em Cirurgia Vídeo-Laparoscópica. *Rev Bras Anesthesiol* 1995; 45(1):21-32.
49. Ganem EM, Guasti VM, D'Angelo SM et al. Enfisema subcutâneo durante videolaparoscopia ginecológica. *Rev Bras Anesthesiol* 1995; 45:113-116.
50. Da Silva MCSAJ, Boso AL. Enfisema subcutâneo associado a colecistectomia vídeo laparoscópica. *Rev Bras Anesthesiol*, 1993; 43: 195-198.
51. Wahba RW, Tessler MJ, Kleiman SJ. Acute ventilatory complications during laparoscopic upper abdominal surgery. *Can J Anaesth* 1996; 43:77-83.
52. Browne J, Murphy D, Shorten G. Pneumomediastinum, pneumothorax and subcutaneous emphysema complicating MIS herniorrhaphy. *Can J Anaesth* 2000;47(1):69-72.
53. Gabbott DA, Dunkley AB, Roberts FL - Carbon dioxide pneumothorax occurring during laparoscopic cholecystectomy. *Anaesthesia* 1992;47:587-588.
54. Gomar C, Fernandez C, Villalonga A, Nalda MA. Carbon dioxide embolism during laparoscopy and hysteroscopy. *Ann Fr Anesth Reanim* 1985;4:380-382.
55. Cottin V, Delafosse B, Viale JP. Gas embolism during laparoscopy: a report of seven cases in patients with previous abdominal surgical history. *Surg Endosc* 1996;10:166-169.
56. Greville AC, Clements EA, Erwin DC, McMillan DL, Wellwood JM. Pulmonary air embolism during laparoscopic laser cholecystectomy. *Anaesthesia* 1991;46:113-114.
57. Couture P, Boudreault D, Derouin M, Allard M, Lepage Y, Girard D, et al. Venous carbon dioxide embolism in pigs: an evaluation of end-tidal carbon dioxide, transesophageal echocardiography, pulmonary artery pressure, and precordial auscultation as monitoring modalities. *Anesth Analg* 1994;79:867-873.
58. English JB, Westenskow D, Hodges MR, Stanley TH. Comparison of venous air embolism moni-

- toring methods in supine dogs. *Anesthesiology* 1978;48:425-429.
59. Desai S, Roaf E, Liu P. Acute pulmonary edema during laparoscopy. *Anesth Analg* 1982;61:699-700.
60. Backlund M, Kellokumpu I, Scheinin T, von Smitten K, Tikkanen I, Lindgren L. Effect of temperature of insufflated CO₂ during and after prolonged laparoscopic surgery. *Surg Endosc* 1998;12:1126-1130.
61. Macedo M, Meyer KF, Pinheiro RP, Silva AC. Esplenectomia Laparoscópica em Crianças. *Rev Bras Videocir* 2004;2(3):114-117.
62. Assis FD, Lutti MN, Ataíde LF, Carvalho GAC, Pereira AMSA. Anestesia para correção de refluxo gastroesofágico por videolaparoscopia em criança portadora de metemoglobinemia. A propósito de um caso. *Rev Bras Anesthesiol* 1998;48(2):109-114.
63. Cavalcanti FS, Côrtes CAF, Oliveira AS. Anestesia para videolaparoscopia durante a gravidez. *Rev Bras Anesthesiol* 2000; 50(1):61-67.
64. Pizzato FB, Juliano HV, Fialho JC, Lino TH, Couri BM, Zorrón R. Videocirurgia na prenhez ectópica rota com prenhez tópica concomitante. *Rev Bras Videocir* 2004;2(3):148-151.

Endereço para correspondência

CARLOS ROGÉRIO DEGRANDI OLIVEIRA

Praça Dr Hipólito do Rego, 7 ap 11

Embaré – Santos SP

CEP 11045-310

E-mail: drdegrandi@uol.com.br