



REVISTA BRASILEIRA DE ANESTESIOLOGIA

Official Publication of the Brazilian Society of Anesthesiology
www.sba.com.br



ARTIGO CIENTÍFICO

Considerações anestésicas para cistectomia robótica: estudo prospectivo ☆,☆☆

Menekse Oksar^{a,*}, Ziya Akbulut^b, Hakan Ocal^a, Mevlana Derya Balbay^b e Orhan Kanbak^a

^a Departamento de Anestesiologia e Reanimação, Hospital de Treinamento e Pesquisa Ataturk, Ancara, Turquia

^b Departamento de Urologia, Hospital de Treinamento e Pesquisa Ataturk, Ancara, Turquia

Recebido em 30 de julho de 2013; aceito em 2 de setembro de 2013

Disponível na Internet em 14 de março de 2014

PALAVRAS-CHAVE

Cistectomia robótica;
Anestesia;
Anestesiologista

Resumo

Experiência e objetivos: a cistectomia robótica vem rapidamente se tornando parte do repertório cirúrgico de rotina para o tratamento do câncer de próstata. Nosso objetivo foi descrever os desafios respiratórios e hemodinâmicos e as complicações observadas em pacientes de cistectomia robótica.

Pacientes: foram prospectivamente recrutados 16 pacientes tratados com cistectomia robótica entre dezembro de 2009 e janeiro de 2011. As medidas de desfecho primário foram monitoração não invasiva, monitoração invasiva e análise de gases sanguíneos feita nas posições supina (T₀), Trendelenburg (T₁), Trendelenburg + pneumoperitônio (T₂), Trendelenburg antes da dessuflação (T₃), Trendelenburg depois da dessuflação (T₄) e supina (T₅).

Resultados: houve diferenças significativas entre T₀ - T₁ e T₀ - T₂ com frequências cardíacas mais baixas. O valor médio para a pressão arterial em T₁ foi significativamente mais baixo do que em T₀. O valor da pressão venosa central foi significativamente mais elevado em T₁, T₂, T₃ e T₄ versus T₀. Não foi observada diferença significativa no valor de PET-CO₂ em qualquer ponto temporal, em comparação com T₀. Também não foram notadas diferenças significativas na frequência respiratória em qualquer ponto temporal, em comparação com T₀. Os valores médios de *f* em T₃, T₄ e T₅ foram significativamente mais elevados versus T₀. A ventilação minuto média em T₄ e T₅ foi significativamente mais elevada versus T₀. As pressões de platô e de pico médias em T₁, T₂, T₃, T₄ e T₅ foram significativamente mais elevadas versus T₀.

Conclusões: embora a maioria dos pacientes geralmente tolere satisfatoriamente a cistectomia robótica e perceba os benefícios, os anestesiologistas devem levar em consideração as mudanças no sistema cardiopulmonar ocorrentes quando os pacientes são colocados na posição de Trendelenburg e ao ser criado um pneumoperitônio.

© 2013 Sociedade Brasileira de Anestesiologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Todos os direitos reservados.

☆ O estudo foi realizado no Departamento de Anestesiologia e Reanimação do Hospital de Treinamento e Pesquisa Ataturk, Ancara, Turquia.

☆☆ Apresentado no Congresso de Euroanestesia, Paris, França, 9-12 de junho de 2012.

* Autor para correspondência.

E-mail: menekseoksar@gmail.com (M. Oksar).

Introdução

A cistectomia radical continua a ser o padrão de referência para o tratamento do câncer de bexiga. Desde a introdução da laparoscopia, vem sendo notado um redobrado interesse em aplicações urológicas. Os benefícios da mínima invasibilidade das abordagens laparoscópicas foram demonstrados com a menor duração da estada hospitalar, perda sanguínea intraoperatória, dor pós-operatória e recuperação. Desde que Sanchez et al. descreveram em 1995 o primeiro caso de cistectomia radical laparoscópica para o câncer de bexiga com invasão muscular, vários autores publicaram resultados promissores com o uso dessa técnica.^{1,2} É fora de dúvida que o interesse na robótica está relacionado aos benefícios percebidos.

A busca por técnicas minimamente invasivas para o tratamento das malignidades uroteliais levou ao desenvolvimento da cistectomia robótica (CR).³ A CR oferece a promessa de uma cirurgia com mais baixa morbidade e com um controle oncológico potencialmente equivalente, imagens e manipulação da área cirúrgica em níveis satisfatórios e menor perda sanguínea, em comparação com os procedimentos abertos.^{4,5} Mas os procedimentos da CR também estão associados a alguns empecilhos – como a dificuldade de acesso intravenoso em decorrência dos braços cobertos ao lado do corpo, para que os braços robóticos possam abordar o paciente durante a operação; um tempo cirúrgico relativamente longo; um Trendelenburg profundo e pressão intra-abdominal (PIA) elevada – que podem acarretar problemas clínicos, como a acidose respiratória, e complicações relacionadas à anestesia e à posição, que devem ser sanadas na sala de cirurgia.

A CR vem rapidamente se integrando ao repertório cirúrgico de rotina para o tratamento do câncer de próstata. O presente estudo, que descreve os desafios anestésicos ligados à elevada PIA causada pela insuflação de CO₂ e do Trendelenburg profundo, teve como objetivo a resolução desses desafios em pacientes da CR. E o segundo objetivo do estudo foi a descrição dos critérios para que o paciente tenha uma alta segura da sala de cirurgia.

Métodos

Modelo de estudo

Obtivemos a aprovação do comitê de ética de nossa instituição e o consentimento informado por escrito de cada paciente. Foram recrutados prospectivamente 16 pacientes consecutivos, tratados com CR entre dezembro de 2009 e janeiro de 2011. Em nossa instituição, 69 pacientes foram tratados com cirurgias urológicas robóticas durante esse período (16 CR e 53 prostatectomias robóticas).

Fizemos monitoração não invasiva (ECG, oximetria de pulso, temperatura corporal e parâmetros respiratórios), monitoração invasiva (pressões arterial e venosa central médias e parâmetros ventilatórios) (monitor para pacientes Infinity Delta, Draeger Medical Systems, Inc., Telford, PA 18969, EUA) e análise de gases sanguíneos nas posições supina (T₀), Trendelenburg (T₁), Trendelenburg + pneumoperitônio (T₂), Trendelenburg antes da

dessuflação (T₃), Trendelenburg de 5° + pneumoperitônio (T₄) e supina (T₅).

Em seguida à indução anestésica com pentobarbital 4-7 mg/kg e rocurônio 0,6 mg/kg, foi feita intubação endotraqueal. A anestesia foi mantida com remifentanil (50 mcg/mL) 1 mcg/kg/min em uma infusão de 0,1 mcg/kg/min e com sevoflurano 2%, com bolos adicionais de rocurônio, conforme a necessidade. Os pulmões de cada paciente foram ventilados em modo de ventilação com controle de volume com o uso de oxigênio 50% em ar com um volume corrente (VC) e/ou com frequência respiratória (*f*) ajustada para obtenção de uma pressão de dióxido de carbono corrente final (PET-CO₂) de 25-30%, com monitoração por relatórios de gases sanguíneos para verificação, paralelamente, de sua adequação. A fluidoterapia foi considerada em dois intervalos: antes e depois da anastomose ureteral. Houve restrição relativa de líquido antes da anastomose ureteral em casos de neobexiga ileal ortotópica do grupo CR. O segundo intervalo consistiu de uma taxa de infusão mais elevada, que chegou até 2-3 mL/kg/h da quantidade de líquido total ao longo de toda a operação.

Um cateter arterial foi inserido na artéria radial esquerda e foi efetuada cateterização venosa central através da veia jugular interna direita, com o objetivo de medir a pressão venosa central (PVC). A PVC foi zerada e medida na linha axilar média ao nível do 4° espaço intercostal na posição supina. O acesso intravenoso periférico e o acesso arterial foram alongados através de linhas para funcionamento, visto que os membros superiores não podiam ser abordados por estar cobertos ao longo do corpo do paciente. Ondansetrona 4 mg IV foi administrada e um tubo orogástrico foi inserido com o paciente na posição supina, para preservar a via aérea do conteúdo gástrico e para sua apropriada drenagem durante a posição de Trendelenburg profunda. Coxins de silicone foram usados para apoio dos ombros, para evitar lesão do plexo braquial por causa da posição. Além dos membros, o corpo do paciente ficava preso à mesa cirúrgica com cintos torácicos, o que permitiu uma expansão apropriada durante a ventilação. A pressão intraperitonal foi ajustada para 18 mm Hg. A proteção para o cérebro ficou assegurada pela administração de fosfato sódico de dexametasona 8 mg no início da operação.

Durante a extubação, os pacientes foram reposicionados para Trendelenburg reverso e foi administrado um diurético para diminuir o edema nas vias aéreas superiores (possivelmente causado pela posição de Trendelenburg profunda), que poderia piorar a acidose respiratória em seguida à extubação. A extubação era aprovada depois que uma análise dos gases sanguíneos tivesse confirmado normocapnia durante a respiração espontânea minimamente assistida e durante a respiração espontânea de 10 L/min de ventilação na média, na ausência, ou diante da redução, dos edemas conjuntival, das vias aéreas superiores e lingual, com reversão do bloqueio neuromuscular à temperatura corporal \geq 35 °C.

A extubação segura foi feita na sala de cirurgia, em concordância com nossos critérios de alta do paciente, e foi adequadamente controlada em casos de CR, conforme o indicado na [tabela 1](#). Possíveis complicações da posição de Trendelenburg profunda e da anestesia foram registradas durante e após a cirurgia. Os pacientes foram classificados de acordo com seus níveis de pH arterial em T₅, como

Tabela 1 Lista de verificação integrada para que os pacientes tratados por cistectomia robótica tenham uma extubação/alta da sala de cirurgia/de recuperação em segurança

Antes da extubação

Respiração adequada
 Reversão do bloqueio neuromuscular
 Ausência ou melhoria da hiperemia na cabeça e no pescoço
 Ausência ou melhoria da acidose respiratória
 Ausência ou melhoria do edema lingual
 Ausência ou melhoria do inchaço e/ou aspecto esbranquiçado e baço da língua
 Ausência ou melhoria do edema de conjuntiva
 Normocapnia na análise dos gases sanguíneos e 10 L/min de VMM na média durante a ventilação espontânea

Depois da extubação na sala de cirurgia

Ausência de ronco durante a inspiração ou expiração (ou quando o paciente está desperto, sem sinal de ter sido afetado pelo bloqueio neuromuscular)
 Sem inspiração ruidosa (quando o paciente está desperto) e sem sinal de que o paciente foi afetado pelo bloqueio neuromuscular
 Sem dificuldade ou angústia inspiratória (retração intercostal, retração supraclavicular ou retração das alae nasi durante a inspiração)

VMM: ventilação minuto média.

pertencentes às classes de $\text{pH} < 7,35$ e de $\text{pH} > 7,35$, com o intuito de determinar os tipos de acidose detectados no intraoperatório.

Análise estatística

Os dados foram analisados com o uso do IBM Statistical Package for Social Sciences 19.0 (SPSS Inc., Chicago, IL). Testes t para amostras pareadas foram aplicados para avaliar as diferenças entre grupos. Também foi feito o teste do χ^2 para comparação das variáveis nominais.

Resultados

Neste estudo, registramos as tendências dos parâmetros circulatórios, respiratórios e metabólicos durante 16 procedimentos de cistectomia robótica e analisamos os efeitos da posição de Trendelenburg e do pneumoperitônio nesses parâmetros.

Dezesseis pacientes de CR (uma mulher, 15 homens) tomaram parte no estudo. Média de idade = $66,45 \pm 12,73$, índice de massa corporal (IMC) = $24,20 \pm 3,62$, índice metabólico basal = $-24,20 \pm 3,62$ e escore da American Society of Anesthesiologists (ASA) = $2,30 \pm 0,82$ para o grupo em estudo. Com relação às variáveis cirúrgicas, obtivemos: tempo cirúrgico = $475 \pm 99,50$ min, tempo de Trendelenburg = $512,86 \pm 105,82$ min, perda sanguínea = $240 \pm 54,77$ mL, líquidos totais administrados = $2.533,33 \pm 864,58$ mL. NaHCO_3 foi administrado em 100% dos pacientes e atropina em 87,5%.

A **tabela 2** lista as diferenças entre o valor T_0 e os valores T_1 , T_2 , T_3 , T_4 , e T_5 para os dados hemodinâmicos e respiratórios e para os ajustes ventilatórios. Foram

observadas diferenças significativas entre $T_0 - T_1$ ($p = 0,023$) e $T_0 - T_2$ ($p = 0,018$) com frequências cardíacas mais baixas. O valor da pressão arterial média (PAM) em T_1 foi significativamente mais baixo *versus* T_0 ($p = 0,023$). O valor da PVC foi significativamente mais elevado em T_1 , T_2 , T_3 , e T_4 *versus* T_0 ($p = 0,020$, $p = 0,0001$, $p = 0,0001$, $p = 0,012$, respectivamente). Não foi observada diferença significativa no PET- CO_2 em qualquer ponto temporal, em comparação com T_0 . Não houve diferenças significativas na frequência respiratória em qualquer ponto temporal, em comparação com T_0 . Os valores médios de f em T_3 , T_4 , e T_5 foram significativamente mais elevados *versus* T_0 ($p = 0,009$, $p = 0,001$, $p = 0,0001$, respectivamente). A ventilação-minuto média (VMM) em T_4 e T_5 foi significativamente mais elevada *versus* T_0 ($p = 0,011$, $p = 0,009$, respectivamente). As pressões médias de platô e de pico em T_1 , T_2 , T_3 , T_4 e T_5 foram significativamente mais elevadas *versus* T_0 ($p = 0,018$, $p = 0,0001$, $p = 0,0001$, $p = 0,025$, respectivamente). Não foi observada diferença significativa nos valores para SPO_2 e para a pressão expiratória final pulmonar (PEEP) em qualquer ponto temporal, em comparação com T_0 ($p > 0,05$).

Os pacientes com $\text{pH} < 7,35$ exibiam níveis de PaCO_2 significativamente mais elevados em comparação com pacientes com $\text{pH} > 7,35$ em T_5 ($p = 0,003$). Os níveis de lactato em pacientes com $\text{pH} < 7,35$ estavam significativamente mais baixos *versus* pacientes com $\text{pH} > 7,35$ em T_5 ($p = 0,002$). Os níveis de EB e HCO_3 em T_5 não exibiram diferenças significativas entre pacientes com $\text{pH} < 7,35$ em T_5 e pacientes com $\text{pH} > 7,35$ em T_5 ($p = 0,170$, e $p = 0,340$, respectivamente) (**tabela 3**). Também não foram observadas diferenças significativas no volume corrente ajustado (VC_{aju}) ou na frequência respiratória ajustada (f_{aju}) em qualquer ponto temporal durante a operação entre pacientes com $\text{pH} < 7,35$ e aqueles com $\text{pH} > 7,35$ (**tabela 4**).

As complicações cirúrgicas observadas foram artralgia e lesão nos dedos (6,3%), regurgitação (6,3%), inspiração ruidosa (6,3%), edema de cabeça e pescoço (12,5%), arritmia (bradicardia) (18,8%), necessidade de UTI (31,3%) e edema de conjuntiva (43,8%).

Discussão

Nos últimos anos, a abordagem robótica minimamente invasiva assumiu uma posição na vanguarda da atenção dos estudiosos para muitas malignidades urológicas, inclusive CR para o câncer de bexiga invasivo. O robô cirúrgico foi agressivamente vendido durante a última década, com a promessa de reduzir a morbidade perioperatória e de melhorar os desfechos oncológicos e funcionais em muitos locais do organismo.^{6,7} Embora seja essencial que os anestesiológicos estejam totalmente cientes dos desafios decorrentes de uma posição de Trendelenburg profunda e de uma PIA elevada nessa posição com o uso dessa nova tecnologia e, além disso, preparados para enfrentar tais desafios, ainda são escassos os dados concernentes aos percalços anestésicos ligados à CR.

São dois os modos de ventilar o paciente durante a CR – por ventilação com pressão controlada ou com volume controlado. Os dois métodos cancelam os efeitos do pneumoperitônio e dos posicionamentos anormais e mantêm a mecânica respiratória e hemodinâmica do paciente dentro

Tabela 2 Dados hemodinâmicos e respiratórios e ajustes respiratórios na cistectomia robótica

Variáveis	Cistectomia robótica				
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
Frequência cardíaca média (T ₀)	54,43 (68,71)	66,00 (79,80)	75,60 (77,60)	71,31 (77,31)	77,08 (76,31)
Pressão arterial média (T ₀)	p (T ₀ - T ₁) = 0,023* 71,29 (89,57)	p (T ₀ - T ₂) = 0,018* 99,47 (95,80)	p (T ₀ - T ₃) = 0,771 86,50 (92,70)	p(T ₀ - T ₄) = 0,338 89,23 (90,38)	p(T ₀ - T ₅) = 0,903 88,46 (88,77)
Pressão venosa central (T ₀)	p (T ₀ - T ₁) = 0,049* 13,33 (3,50)	p (T ₀ - T ₂) = 0,612 18,38 (7,62)	p (T ₀ - T ₃) = 0,562 17,89 (7,33)	p(T ₀ - T ₄) = 0,838 12,50 (7,50)	p(T ₀ - T ₅) = 0,956 9,00 (7,82)
PET-CO ₂ (T ₀)	p (T ₀ - T ₁) = 0,020* 28,38 (29,63)	p (T ₀ - T ₂) = 0,000* 32,62 (32,38)	p (T ₀ - T ₃) = 0,000* 33,22 (32,11)	p(T ₀ - T ₄) = 0,012* 34,85 (31,69)	p(T ₀ - T ₅) = 0,490 35,77 (32,23)
SpO ₂ (T ₀)	p (T ₀ - T ₁) = 0,311 99 (98,83)	p (T ₀ - T ₂) = 0,929 99,36 (99,57)	p (T ₀ - T ₃) = 0,707 99,60 (99,60)	p(T ₀ - T ₄) = 0,084 99,83 (99,17)	p(T ₀ - T ₅) = 0,251 99,85 (99,69)
Respiração (T ₀)	p (T ₀ - T ₁) = 0,771 14,83 (19,83)	p (T ₀ - T ₂) = 0,736 16,92 (18,08)	p (T ₀ - T ₃) = 1 15,63 (18,38)	p(T ₀ - T ₄) = 0,104 15,64 (20,82)	p(T ₀ - T ₅) = 0,824 17,18 (18,45)
f ajustada (T ₀)	p (T ₀ - T ₁) = 0,216 12 (12)	p (T ₀ - T ₂) = 0,655 12,60 (12)	p (T ₀ - T ₃) = 0,367 14,33 (12)	p(T ₀ - T ₄) = 0,104 15,69 (12,00)	p(T ₀ - T ₅) = 0,672 18,45 (12,00)
VC ajustado (T ₀)	p (T ₀ - T ₁) = 1,000 550 (550)	p (T ₀ - T ₂) = 0,070 550 (556,67)	p (T ₀ - T ₃) = 0,009* 560 (570)	p(T ₀ - T ₄) = 0,001* 558,46 (557,69)	p(T ₀ - T ₅) = 0,000* 561,82 (568,18)
Ventilação minuto (T ₀)	p (T ₀ - T ₁) = 1,000 6,15 (6,18)	p (T ₀ - T ₂) = 0,106 6,33 (6,14)	p (T ₀ - T ₃) = 0,343 6,71 (6,26)	p(T ₀ - T ₄) = 0,893 7,78 (6,22)	p(T ₀ - T ₅) = 0,586 8,00 (6,09)
Auto-PEEP (T ₀)	p (T ₀ - T ₁) = 0,865 1,83 (1,83)	p (T ₀ - T ₂) = 0,327 1,36 (1,43)	p (T ₀ - T ₃) = 0,440 1,50 (1,40)	p(T ₀ - T ₄) = 0,011* 1,46 (1,46)	p(T ₀ - T ₅) = 0,009* 1,00 (1,20)
Pressão de platô (T ₀)	p (T ₀ - T ₁) = 1 23,33 (13,67)	p (T ₀ - T ₂) = 0,583 27,86 (12,43)	p (T ₀ - T ₃) = 0,678 32,44 (12,67)	p(T ₀ - T ₄) = 1,000 25,42 (12,83)	p(T ₀ - T ₅) = 0,168 18,36 (12,45)
Pressão de pico (T ₀)	p (T ₀ - T ₁) = 0,018* 27,33 (16,33)	p (T ₀ - T ₂) = 0* 30 (14,71)	p (T ₀ - T ₃) = 0* 34,56 (14,67)	p(T ₀ - T ₄) = 0,000* 29,00 (15,25)	p(T ₀ - T ₅) = 0,025* 23,10 (14,00)
	p (T ₀ - T ₁) = 0,003* p (T ₀ - T ₂) = 0*	p (T ₀ - T ₂) = 0* p (T ₀ - T ₃) = 0*	p (T ₀ - T ₃) = 0* p (T ₀ - T ₄) = 0,000*	p(T ₀ - T ₄) = 0,000* p(T ₀ - T ₅) = 0,009*	p(T ₀ - T ₅) = 0,009* p(T ₀ - T ₅) = 0,009*

PETCO₂: pressão de dióxido de carbono corrente final; SPO₂: saturação do oxigênio periférico; f ajustada: frequência respiratória ajustada; VC ajustado: volume corrente ajustado.

* p < 0,05.

Tabela 3 Determinantes da acidose com base em relatórios de gases sanguíneos arteriais, para as classes de pH < 7,35 e pH > 7,35 em T₅

Determinantes	pH < 7,35 a T ₅	pH > 7,35 a T ₅	Valor p
PaCO ₂	47,91 ± 5,31	29,63 ± 3,78	0,003
Excesso de base	-5,46 ± 2,81	-6,7 ± 2,88	0,170
Lactato	4 ± 1,41	9 ± 1,41	0,002
HCO ₃	18,65 ± 1,55	19,07 ± 2,18	0,340

Tabela 4 Mudanças intraoperatórias no volume corrente ajustado e na frequência respiratória ajustada nas classes de pH ≥ 7,35 e pH < 7,35 em T₅

	pH < 7,35 a T ₅	pH ≥ 7,35 a T ₅	Valor p
Volume corrente ajustado	466,14 ± 120,59	543,88 ± 84,17	0,064
Frequência respiratória ajustada	17 ± 5,19	17,64 ± 2,06	0,246

de uma faixa normal. Balick-Weber et al. investigaram os efeitos da ventilação com pressão controlada *versus* volume controlado e demonstraram inexistir qualquer benefício hemodinâmico de um método com relação ao outro durante uma prostatectomia aberta. No entanto, a ventilação com pressão controlada diminuiu a pressão de pico e aumentou a pressão média nas vias aéreas durante o procedimento.⁸ Esse estudo foi repetido por Choi et al.⁹ Esses autores informaram que a ventilação com pressão controlada não apresenta vantagem com relação à ventilação com volume

controlado no que tange à mecânica respiratória ou à hemodinâmica, exceto por sua maior complacência e mais baixa pressão na área de pico. Neste estudo, a ocorrência de hipoxemia durante a posição de Trendelenburg profunda com pneumoperitônio estava relacionada ao aumento da ventilação do espaço morto. As mudanças nos parâmetros respiratórios, que não são bem toleradas pelos pacientes, necessitam de ajustes. Dentro desse raciocínio, os aumentos observados na PET-CO₂ foram compensados por aumentos na f e na VMM, para a redução ou prevenção da acidose

respiratória ou de aumentos nessa variável. Do mesmo modo, as pressões de platô e de pico baixaram com o aumento de f , para que fosse evitada a geração de auto-PEEP. No presente estudo, houve necessidade de aumentar a frequência respiratória com o objetivo de aumentar a VMM durante a posição de Trendelenburg com pneumoperitônio. Além disso, a pressão de platô foi monitorada no intuito de evitar que fosse ultrapassado o limite de 35 mmHg. Na posição de Trendelenburg profunda, os pacientes tendiam a fazer auto-PEEP com geração de elevadas pressões intratorácicas, o que pode ter comprometido o VC por meio da auto-PEEP e/ou uma pressão motriz reduzida. No entanto, não sabemos se uma PIA elevada em uma posição de Trendelenburg profunda estabeleceu limitações na pressão motriz, o que poderia ter comprometido o VC. Também são desconhecidos os efeitos de uma Trendelenburg profunda e de uma PIA elevada, de 18 mm Hg, na mecânica pulmonar. Portanto, o principal desafio clínico no presente estudo foi a escolha da estratégia de ventilação para o tratamento da acidose respiratória. O VC foi ajustado para proporcionar uma ventilação adequada sem que fosse excedida uma pressão de pico de 40 cm H₂O nas vias aéreas. Considerando a redução do VC na Trendelenburg profunda, houve necessidade de um ajuste para a VMM com o uso de f . Para que fosse evitada ou minimizada a auto-PEEP, a frequência respiratória foi ajustada para possibilitar uma expiração completa, com uma relação inspiração/expiração (I/E) = 1/2. A acidose respiratória foi ainda mais minimizada mediante a redução do espaço morto alveolar, conforme a necessidade. Kalmar et al. ventilaram os pulmões em modo de controle de volume com uma mistura de O₂/ar e PEEP = 5 cm H₂O. O volume corrente foi ajustado para alcançar um gradiente de PET-CO₂ entre 30 e 35 mmHg. O gradiente de PET-CO₂ aumentou de 7,95 mmHg antes da posição de Trendelenburg para 10,95 mmHg depois de 120 min de uma Trendelenburg profunda. Foi observada grande correlação entre PET-CO₂ e PaCO₂.¹⁰ Em nosso estudo, o aumento de PET-CO₂ pode ter sido decorrente do uso de um grande volume de CO₂ total durante a insuflação, antes da extubação; também pode ter sido causado por dificuldades na inspiração e/ou expiração. Além disso, por ser uma mensuração indireta e não invasiva de PaCO₂, PET-CO₂ é uma forma acurada de monitoração dessa variável e a posição de Trendelenburg profunda não diminui sua utilidade.

Recorre-se ao pneumoperitônio em casos laparoscópicos, com o objetivo de uma visualização adequada do campo cirúrgico. Tipicamente, as pressões se situam na faixa dos 12-15 mmHg e CO₂ é o gás mais comumente usado, embora outros gases tenham sido objeto de estudo. O pneumoperitônio exerce efeitos profundos nos sistemas cardíaco, renal, pulmonar e imune. Os efeitos do pneumoperitônio são atribuídos a dois fatores: a própria PIA e a ação do CO₂ como uma droga. A insuflação peritoneal até PIAs superiores a 10 mm Hg induz alterações significativas na hemodinâmica.^{11,12} Meininger et al. estudaram os efeitos cardiopulmonares em uma situação de Trendelenburg profundo, especificamente em relação a procedimentos urológicos robóticos.^{13,14} A VMM foi ajustada de acordo com análises repetidas dos gases sanguíneos, para que não ocorresse hipercapnia. Uma pressão de CO₂ arterial significativamente elevada, mesmo depois de desfeito o pneumoperitônio, é atribuída aos volumes consideráveis do gás possivelmente armazenados em

compartimentos extravasculares do corpo, que são lentamente redistribuídos e metabolizados ou expirados.¹⁵ Embora um aumento na pressão arterial e uma FC inalterada ou ligeiramente aumentada estejam associados a essas condições, foi descrita uma queda no débito cardíaco durante a insuflação peritoneal e não importou se o paciente estava na posição de cabeça para baixo ou para cima.¹⁶⁻¹⁸ Torrielli et al. informaram que um aumento da PIA para 10 mm Hg estava associado à diminuição no índice cardíaco, que retornou a seu valor inicial depois de 10 min de uma posição de Trendelenburg de 10°. Esses autores também informaram que a PIA elevada estava associada a aumentos na PAM e à resistência vascular sistêmica e esses valores não retornaram ao normal após a exsuflação peritoneal.¹⁶ Falabella et al. demonstraram que a posição de Trendelenburg aumentou o volume sistólico e do pneumoperitônio e que uma Trendelenburg profunda aumenta significativamente a PAM.¹⁹ No presente estudo, enquanto a PAM aumentou significativamente no início da posição de Trendelenburg com o pneumoperitônio, a PVC aumentou ao longo de todo o tempo transcorrido em Trendelenburg. Os aumentos nos valores de PVC, tanto na Trendelenburg profunda como numa Trendelenburg de 5°, com e sem pneumoperitônio, e sua diminuição, com relação aos níveis iniciais, no fim da operação na posição supina, sugerem uma íntima relação entre os valores da PVC e a posição de Trendelenburg, isoladamente ou com PIA. Ademais, a FC diminuiu significativamente e houve necessidade de intervenção. Embora os efeitos hemodinâmicos mais óbvios dos procedimentos de CR em nosso estudo tenham ocorrido imediatamente depois que os pacientes foram mobilizados para a posição de Trendelenburg com pneumoperitônio, essas mensurações continuaram a ser afetadas – em menor grau – até o fim dos procedimentos.

Embora as análises dos gases sanguíneos fossem usadas na avaliação de problemas respiratórios e metabólicos, a presença de acidose foi determinada no fim da operação (T₅). Aumentos no VC ajustado ou na f ajustada refletiram o tratamento da acidose respiratória durante a operação, nos dois níveis de pH. Aumentos significativos nos valores de f foram interpretados como sugestivos da manutenção da VMM e PET-CO₂ e PaCO₂, que tinham aumentado como resultado da diminuição do VC durante a posição de Trendelenburg e no pneumoperitônio com CO₂, tinham diminuído. Os aumentos no VC e/ou f foram resultantes de nossos esforços de manter a VMM e de tratar a acidose respiratória. Embora a acidose respiratória tenha sido um problema em nosso grupo de estudo, a acidose metabólica teve efeito significativo nos valores do pH e necessitou de correção (que foi feita com infusões de NaHCO₃). Normocarbina e manutenção de uma VMM adequada foram os principais objetivos na monitoração dos gases sanguíneos durante os procedimentos cirúrgicos e na avaliação da extubação. Nossos achados sugerem que a análise dos gases sanguíneos foi necessária para a monitoração dos pacientes de CR. Considerando que PaO₂ e SPO₂ não diminuíram até atingir valores críticos, nenhum dos pacientes necessitou de qualquer intervenção adicional para melhorar a sua PaO₂. No presente estudo, a acidose metabólica, isoladamente, não alcançou um nível significativo; contudo, em combinação com a acidose respiratória, promoveu a queda no pH até um nível crítico, o que implicou a necessidade de um tratamento oportuno e

agressivo. Além disso, as reduções nos valores do pH resultaram de eventos metabólicos que podem ter sido decorrentes das longas durações cirúrgicas, por exemplo, estratégias de fluidoterapia que envolveram a diluição do NaHCO_3 em infusões de grande volume e em aumentos nas concentrações do íon hidrogênio no período de restrição de volume, durante procedimentos cirúrgicos demorados. A perda de HCO_3^- também pode ter sido resultado da perda de parte do íleo para formação de uma bolsa continente durante os procedimentos cirúrgicos. Nenhum dos pacientes em nosso estudo exibiu hipotermia causada pela perda de calor em decorrência das longas durações cirúrgicas ou da insuflação com o CO_2 frio – o que poderia ter aumentado a acidose metabólica. O uso mais expressivo do NaHCO_3 durante a cirurgia nos casos de $\text{pH} > 7,35$ em T_5 sugere que, em nosso estudo, a acidose metabólica foi devidamente tratada.

Pruthi et al. informaram um tempo cirúrgico de 6,1 h para cistoprostatectomias e uma perda média de sangue de 313 mL.³ Os mesmos autores informaram um tempo médio na sala de cirurgia de 4,6 h para todos os casos de cistectomia e uma perda média de sangue de 271 mL durante a cirurgia. Estudos precedentes demonstraram a existência de uma curva de aprendizado significativa para a abordagem robótica, de tal forma que depois dos primeiros 20 casos pôde ser percebida uma redução gradual nos tempos operatórios.^{20,21} Lowrance et al.²² informaram um tempo operatório geral de 287 min. Em uma comparação prospectiva de cistectomia aberta *versus* robótica, Ng et al. informaram um tempo operatório geral médio de 5,95 h na coorte de cirurgia aberta *versus* 6,25 h no grupo de CRAR.²³ Vários estudos demonstraram um aumento significativo nos tempos operatórios em associação com a abordagem robótica e uma série randomizada prospectiva anterior revelou uma diferença de 4,2 *versus* 3,5 h para o grupo robótico *versus* grupo aberto, respectivamente.^{21,24} Nossos casos de CR tiveram tempos cirúrgicos mais longos. Em nossa série atual, demonstramos que a abordagem robótica teve aumento significativo nos tempos operatórios.

Em um estudo sobre as necessidades de transfusão em pacientes de prostatectomia radical aberta e laparoscópica assistida por robótica, Kordan et al. demonstraram que a cirurgia robótica estava associada a menor perda de sangue e a uma alteração menos expressiva no hematócrito *versus* grupo de prostatectomia aberta.²⁵ Foi informado que grande perda sanguínea e maior necessidade de transfusões de sangue são preditores de maior probabilidade de complicações no íleo e de problemas pós-operatórios em séries de cistectomia aberta.²⁶ Boström et al. estudaram os fatores de risco e a mortalidade e a morbidade ligadas à cistectomia radical aberta e concluíram que um escore ASA elevado e maior número de transfusões eram preditores de complicação importante.²⁶ Em um estudo de cistectomias radicais abertas feito por Lowrance et al., a perda de sangue média foi de 750 mL e 38% dos pacientes necessitaram de transfusão.²⁰ Em nosso estudo, nenhum dos pacientes necessitou de transfusão, nossa baixa perda de sangue durante a operação se compara favoravelmente com nossa experiência em cirurgias abertas e em outros relatos na literatura e é semelhante à perda de sangue descrita em outros artigos sobre cistectomia robótica.

Embora certamente ocorram complicações com a abordagem robótica, aquelas ligadas à anestesia têm sido raras. Foi

estabelecido que uma posição de Trendelenburg profunda pode causar reduções na capacidade residual funcional, no volume pulmonar total e na complacência pulmonar e pode ainda facilitar a ocorrência de atelectasia.²⁷ O inchaço da língua pode ter sido decorrente da posição de Trendelenburg ou da pressão do manguito endotraqueal na base da língua. A aplicação de pressão na base da língua com um manguito de tubo endotraqueal também pode promover edema lingual. O uso da posição com a cabeça para cima antes da extubação, a administração de diuréticos quando necessário e a própria extubação melhoraram esses sintomas. No presente estudo, as mais frequentes complicações relacionadas à anestesia e à posição foram edema de conjuntiva, regurgitação e sintomas clínicos “similares aos da obstrução das vias aéreas superiores” (língua edematosa, aumentada e baça, roncospiração ruidosa, dificuldade inspiratória), que podem acarretar acidose respiratória ou piorar essa condição. Nosso critério para a alta do paciente da sala de cirurgia/de recuperação foi a observação de melhorias nesses sinais e sintomas das vias aéreas superiores. Em sua maioria, as complicações documentadas em nosso estudo puderam ser tratadas com precauções e medicações, sem qualquer necessidade de internação na UTI. Yee et al. relataram a ocorrência de complicações neurológicas raras e temporárias no primeiro dia do pós-operatório, que se prolongaram por três dias. Contudo, em nosso estudo, não foram observadas complicações neurológicas graves.²⁸ Em pacientes laparoscópicos, a arritmia pode ser induzida por várias causas. Em nosso estudo, a bradicardia foi responsável pela maioria dos casos de arritmia e essas complicações ocorreram imediatamente depois da mobilização dos pacientes para a posição de Trendelenburg e/ou precederam o procedimento cirúrgico. Interpretamos essa situação temporal como indicativa de que a arritmia resultou da posição de Trendelenburg e/ou dos reflexos induzidos pela súbita distensão do pneumoperitônio, com possível aumento no tônus vagal. Além disso, nesses casos a infusão de remifentanil desempenha certo papel na bradicardia. Mas a bradicardia não foi observada durante as infusões de remifentanil em qualquer outra parte dos procedimentos cirúrgicos.

Durante o manuseio desses pacientes, recomendamos que a posição de Trendelenburg deva ser cuidadosamente implementada, para que seja evitado qualquer dano neurológico, artalgia ou lesão digital. Ombros e pés devem ficar apoiados adequadamente e o tórax deve ser fixado sem que sua expansão fique comprometida durante a ventilação. Deve-se evitar o edema cerebral; a acidose respiratória deve ser tratada em conformidade com ETCO_2 , que deve ter sido verificada paralelamente à PaCO_2 durante o pneumoperitônio. Nesses pacientes cirúrgicos debilitados, a acidose metabólica, possivelmente causada pela restrição de líquidos até a substituição da alça ileal pela neobexiga ortotópica, e também pela depleção de NaCO_3 decorrente das perdas pelo (e através do) intestino, deve ser identificada e tratada. A temperatura corporal deve ser monitorada nesses procedimentos cirúrgicos relativamente longos, pois isso poderá afetar os eventos metabólicos. A cateterização arterial ajuda, mas um cateter PVC não é essencial. Durante a extubação, pode haver necessidade de hiperventilação, para que ocorra a troca do maior volume de CO_2 nos pulmões em decorrência da recuperação do débito cardíaco e reabsorção de CO_2 dos tecidos. A posição de cabeça para

cima e a administração de diuréticos podem proporcionar alívio para as vias aéreas superiores e para o edema de cabeça e pescoço – que, por sua vez, podem ajudar a conseguir sucesso na extubação. Durante esse período, o uso de uma lista de verificação, descrita na [tabela 1](#), pode ajudar a conseguir uma extubação segura e nela são considerados os principais problemas nesse tipo de cirurgia.

Em geral, a maioria dos pacientes tolera bem a CR e reconhece seus benefícios; contudo, os anesthesiologistas precisam ter conhecimento profundo das alterações fisiológicas associadas aos procedimentos urológicos robóticos. Especificamente, esses profissionais precisam levar em consideração as mudanças no sistema cardiopulmonar ocorrentes quando os pacientes são colocados na posição de Trendelenburg e quando é gerado o pneumoperitônio. O conhecimento dessas alterações pode ajudá-los a promover as intervenções apropriadas e a evitar complicações, além de ajudar a acelerar o tempo de recuperação para seus pacientes.

Conclusões

A cistectomia robótica vem rapidamente se estabelecendo como parte do repertório cirúrgico de rotina para o tratamento do câncer de próstata. O objetivo do presente estudo foi descrever os desafios respiratórios e hemodinâmicos e as complicações observadas em pacientes de cistectomia robótica. Embora a maioria dos pacientes geralmente tolere bem a cistectomia robótica e aprecie seus benefícios, os anesthesiologistas precisam levar em consideração as alterações no sistema cardiopulmonar que ocorrem quando pacientes são mobilizados na posição de Trendelenburg e quando é criado um pneumoperitônio.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

Referências

1. Sánchez de Badajoz E, Gallego Perales JL, Reche Rosado A, et al. Laparoscopic cystectomy and ileal conduit: case report. *J Endourol.* 1995;9:59–62.
2. Abdel-Hakim AM, Bassiouny F, Abdel Azim MS, et al. Laparoscopic radical cystectomy with orthotopic neobladder. *J Endourol.* 2002;16:377–81.
3. Pruthi RS, Nielsen ME, Nix J, et al. Robotic radical cystectomy for bladder cancer: surgical and pathological outcomes in 100 consecutive cases. *J Urol.* 2010;183:510–4.
4. Menon M, Shrivastava A, Tewari A. Laparoscopic radical prostatectomy: conventional and robotic. *Urology.* 2005;66 Suppl:101–4.
5. Hu JC, Gu X, Lipsitz SR, et al. Comparative effectiveness of minimally invasive vs open radical prostatectomy. *JAMA.* 2009;302:1557–64.
6. Yates DR, Vaessen C, Roupert M. From Leonardo to da Vinci: the history of robot-assisted surgery in urology. *BJU Int.* 2011;108:1708–13.
7. Richards KA, Kader K, Hemal AK. Robotic radical cystectomy: where are we today, where will we be tomorrow? *Sci World J.* 2010;10:2215–27.
8. Balick-Weber CC, Nicolas P, Hedreville-Montout M, et al. Respiratory and haemodynamic effects of volume-controlled vs pressure-controlled ventilation during laparoscopy: a cross-over study with echocardiographic assessment. *Br J Anaesth.* 2007;99:429–35.
9. Choi EM, Na S, Choi SH, et al. Comparison of volume-controlled and pressure-controlled ventilation in steep Trendelenburg position for robot-assisted laparoscopic radical prostatectomy. *J Clin Anesth.* 2011;23:183–8.
10. Kalmar AF, Foubert L, Hendrickx JF, et al. Influence of steep Trendelenburg position and CO₂ pneumoperitoneum on cardiovascular, cerebrovascular, and respiratory homeostasis during robotic prostatectomy. *Br J Anaesth.* 2010;104:433–9.
11. Struthers AD, Cuschieri A. Cardiovascular consequences of laparoscopic surgery. *Lancet.* 1998;352:568–70.
12. Koivusalo AM, Lindgren L. Effects of carbon dioxide pneumoperitoneum for laparoscopic cholecystectomy. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2000;44:834–41.
13. Meininger D, Westphal K, Bremerich DH, et al. Effects of posture and prolonged pneumoperitoneum on hemodynamic parameters during laparoscopy. *World J Surg.* 2008;32:1400–5.
14. Meininger D, Byhahn C, Mierdl S, et al. Positive end-expiratory pressure improves arterial oxygenation during prolonged pneumoperitoneum. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2005;49:778–83.
15. Leggett RW. A biokinetic model for carbon dioxide and bicarbonate. *Radiat Prot Dosimetry.* 2004;108:203–13.
16. Torrielli R, Cesarini M, Winnock S, et al. Hemodynamic changes during celioscopy: a study carried out using thoracic electric bioimpedance. *Can J Anaesth.* 1990;37:46–51 [in French].
17. Walder AD, Aitkenhead AR. Role of vasopressin in the haemodynamic response to laparoscopic cholecystectomy. *Br J Anaesth.* 1997;78:264–6.
18. Joris JL, Chiche JD, Canivet JL, et al. Hemodynamic changes induced by laparoscopy and their endocrine correlates: effects of clonidine. *J Am Coll Cardiol.* 1998;32:1389–96.
19. Falabella A, Moore-Jeffries E, Sullivan MJ, et al. Cardiac function during steep Trendelenburg position and CO₂ pneumoperitoneum for robotic-assisted prostatectomy: a trans-oesophageal Doppler probe study. *Int J Med Robot.* 2007;3:312–5.
20. Menon M, Hemal AK, Tewari A, et al. Nerve-sparing robot-assisted radical cystoprostatectomy and urinary diversion. *BJU Int.* 2003;92:232–6.
21. Pruthi RS, Smith A, Wallen EM. Evaluating the learning curve for robot-assisted laparoscopic radical cystectomy. *J Endourol.* 2008;22:2469–74.
22. Lowrance WT, Rumohr JA, Chang SS, et al. Contemporary open radical cystectomy: analysis of perioperative outcomes. *J Urol.* 2008;179:1313–8.
23. Ng CK, Kauffman EC, Lee MM, et al. A comparison of postoperative complications in open versus robotic cystectomy. *Eur Urol.* 2010;57:274–81.
24. Rhee JJ, Lebeau S, Smolkin M, et al. Radical cystectomy with ileal conduit diversion: early prospective evaluation of the impact of robotic assistance. *BJU Int.* 2006;98:1059–63.
25. Kordan Y, Barocas DA, Altamar HO, et al. Comparison of transfusion requirements between open and robotic-assisted laparoscopic radical prostatectomy. *BJU Int.* 2010;106:1036–40.
26. Boström PJ, Kössi J, Laato M, et al. Risk factors for mortality and morbidity related to radical cystectomy. *BJU Int.* 2009;103:191–6.
27. Hazebroek EJ, Bonjer HJ. Effect of patient position on cardiovascular and pulmonary function. In: Whelan RL, Fleshman JW, Fowler DL, editors. *The sages perioperative care in minimally invasive surgery.* New York: Springer; 2006. p. 410–7.
28. Yee DS, Katz DJ, Godoy G, et al. Extended pelvic lymph node dissection in robotic-assisted radical prostatectomy: surgical technique and initial experience. *Urology.* 2010;75:1199–204.