

Efeitos da Pressão Positiva no Final da Expiração Orientada pela Análise da Complacência Estática do Sistema Respiratório sobre a Pressão Intra-Abdominal*

Effect of the Positive End Expiration Pressure Guided by the Analysis of the Static Compliance of the Respiratory System on the Intra-abdominal Pressure

Hélio Penna Guimarães^{1,2,3}, Fernanda Martins Gazoni^{1,2}, Renato Delascio Lopes^{1,2,4}, André Perillier Schneider⁵, Lee Yung⁵, Patrícia Helena Rocha Leal⁶, Leticia Sandre Vendrame^{1,2}, Yara Juliano⁷, Flávia Ribeiro Machado⁸, Antonio Carlos Lopes⁹

*Recebido da Unidade de Terapia Intensiva da Disciplina de Clínica Médica da Universidade Federal de São Paulo – Escola Paulista de Medicina (UNIFESP-EPM), São Paulo, SP.

RESUMO

JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS: A pressão intra-abdominal (PIA) costuma se elevar em pacientes graves e deve ser monitorada considerando o risco de síndrome compartimental. A ventilação mecânica pode intensificar o aumento da PIA por transmissão da pressão intratorácica pelo diafragma. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de valores mais elevados de pressão positiva no final da expiração (PEEP) sobre a PIA em pacientes com diagnóstico de hipertensão intra-abdominal.

MÉTODO: Quinze pacientes com indicação para elevação dos níveis de PEEP e que apresentavam hipertensão intra-abdominal; a mensuração da PIA foi realizada por medida

de pressão intravesical em cinco momentos distintos: pré e pós-bloqueio neuromuscular, pós-otimização da PEEP, após 6 horas e 12 horas da otimização.

RESULTADOS: Foram avaliados 15 pacientes, sendo 33,3% (5) do sexo feminino e 66,7% (10) sexo masculino; com idade entre 20 e 89 anos. Sete pacientes (46,7%) em pós-operatório de cirurgia gastroenterológica, cinco (33,3%) vítimas de politraumatismo e três (20%) em pós-operatório de cirurgia de aorta. Considerando a classificação de Burch, 10 pacientes, apresentava hipertensão abdominal grau I (10,4-15 mmHg); quatro com grau II (16-25 mmHg) e um com grau III (27,5 mmHg). A variação entre a PIA inicial e as quatro medidas sequenciais após otimização da PEEP variaram entre 2 e 10 mmHg; esta comparação não se apresentou estatisticamente significativa, utilizando-se o teste Análise de Variância de Friedman com $p = 0,196$, logo maior que 0,005.

CONCLUSÃO: O incremento da PEEP não alterou de forma significativa os níveis de pressão intra-abdominal nas primeiras 12 horas pós sua otimização.

Descritores: PEEP, pressão intra-abdominal, síndrome compartimental de abdômen.

SUMMARY

BACKGROUND AND OBJECTIVES: The intra-abdominal pressure (IAP) usually elevates on critically ill patients and must be monitored to avoid compartmental syndrome. Additionally, the mechanical ventilation may increase the IAP by the transmission of the thoracic pressure to the diaphragm. This objective is assessing the effect of the optimization of the PEEP on the increase of the IAP on patients with diagnosis of intra-abdominal hypertension.

METHODS: Fifteen patients needing PEEP optimization and who had intra-abdominal hypertension; the measurement of the IAP was obtained by intravesical pressure on 5 different moments: before and after neuromuscular blockade, after PEEP optimization, 6 and 12 hours after this procedure.

RESULTS: Fifteen patients, 33.3% (5) female and 66.7% (10) male; ages between in 20 and 89 years old. Seven

1. Título de Especialista em Clínica Médica com área de atuação em Medicina de Urgência pela SBCM-AMB
2. Médico Assistente da UTI da Disciplina de Clínica Médica da UNIFESP-EPM.
3. Coordenador do Centro de Treinamento em Emergências do Instituto Dante Pazzanese de Cardiologia e Presidente do Capítulo de Medicina de Urgência da Sociedade Brasileira de Clínica Médica- SBCM.
4. Cardiology Research fellow and Co-Chief Fellow do Duke Clinical Research Institute, Duke University, Durham-USA
5. Ex-Médico Residente de Anestesiologia da UNIFESP-EPM.
6. Médico Assistente da Disciplina de Anestesiologia, Dor e Terapia Intensiva da UNIFESP-EPM.
7. Docente de Bioestatística da UNIFESP-EPM.
8. Docente da Disciplina de Anestesiologia, Dor e Terapia Intensiva da UNIFESP-EPM.
9. Livre-Docente e Professor Titular da Disciplina de Clínica Médica da UNIFESP-EPM.

Apresentado em 03 de agosto de 2008

Aceito para publicação em 01 de outubro de 2008

Endereço para correspondência:

Dr. Hélio Penna Guimarães

UTI da Disciplina de Clínica Médica - UNIFESP-EPM.

Rua Napoleão de Barros, 715/3º A - Vila Clementino

04024-002 São Paulo, SP.

E-mail: heliopg@yahoo.com.br

(46.7%) patients underwent gastroenterological surgeries, five (33.3%) trauma victims and three (20%) aorta surgeries. Considering the Burch classification, 10 patients had intra-abdominal hypertension grade I (10.4-15 mmHg), 4 patients grade II (16-25 mmHg) and 1 patient grade III (27.5 mmHg). The initial IAP measurement and the 4 measurements after PEEP optimization were between 2-10 mmHg; the differences among them were not significant (tests realized of Friedman Analysis Variance with $p = 0.196$, therefore > 0.005).

CONCLUSION: The increment of the PEEP does not alter the levels of intra-abdominal pressure in the first twelve o'clock hours after PEEP optimization.

Keywords: compartmental syndrome, intra-abdominal pressure, PEEP.

INTRODUÇÃO

O abdômen constitui-se em uma cavidade ou “sistema” fechado cuja pressão intra-abdominal (PIA) normal varia de zero mmHg a pressões subatmosféricas¹. Procedimentos cirúrgicos diversos ou quadros clínicos comuns que justificam admissão em unidades de terapia intensiva (UTI) podem gerar variáveis graus de “hipertensão intra-abdominal”, tendo como consequência mais grave a possível manifestação da síndrome compartimental de abdômen (SCA).

Em se avaliando os fatores adicionais que podem incrementar a PIA, o aumento da pressão intratorácica transmitindo-se para o diafragma e deste ao abdômen, pode ocasionar incrementos variáveis na pressão intra-abdominal e, conseqüentemente potencial piora das disfunções e perfusão orgânica locais²⁻⁸. A ventilação mecânica constitui-se em fator relevante para o aumento da pressão intratorácica, que é maior quando níveis mais elevados de pressão expiratória final positiva (PEEP) são utilizados¹⁰⁻¹².

Neste cenário, há a possibilidade de pacientes submetidos à ventilação mecânica com PEEP em valores mais elevados (PEEP guiado pela curva PEEP x complacência ou pela complacência estática do sistema respiratório) apresentarem pressão intratorácica mais elevada e, conseqüentemente, maior influência desta sobre a pressão intra-abdominal em pacientes com PIA elevada.

O objetivo deste estudo foi determinar se a elevação dos valores de PEEP em níveis ótimos guiados pela curva PEEP x complacência pode incrementar os valores da hipertensão intra-abdominal e potencialmente oferecer maior risco para desenvolvimento de SCA.

MÉTODO

Foram avaliados 15 pacientes internados em unidade de terapia intensiva (UTI) de clínica médica e pós-operatório geral. Todos os pacientes apresentavam a indicação para utilização de PEEP em níveis maiores, guiado pela curva PEEP x complacência ou pela complacência estática do sistema respiratório durante a ventilação mecânica, por quadro de síndrome da angústia respiratória agudo (SARA)

e indicação para monitoração da pressão intra-abdominal (PIA) por seu diagnóstico de base, conforme a rotina da unidade. O termo de consentimento livre e esclarecido foi obtido do familiar responsável, durante a internação do paciente.

Considerava-se a necessidade de “otimização” ou elevação dos valores da PEEP aos pacientes que se apresentavam com relação de pressão arterial de oxigênio sobre a fração inspirada de oxigênio (PaO_2 / FIO_2) inferior a 200 mmHg, radiografia torácica com infiltrado intersticial difuso bilateral acometendo os quatro quadrantes, níveis de pressão de artéria pulmonar ocluída (PAPO) normais e diminuição da complacência pulmonar, sugerindo diagnóstico clínico e radiológico de SARA, de acordo com *American-European Consensus Conference on ARDS*⁵.

Conforme as rotinas das UTI, a indicação deste procedimento seguia-se ao preenchimento dos critérios diagnósticos de SARA e avaliação do médico responsável pela rotina da unidade. O método para calcular o valor de PEEP, chamada como PEEP “otimizada” era baseada em método modificado do original método de Suter¹³, em que os pacientes eram previamente submetidos à manobra de recrutamento alveolar seqüencial em três vezes, com pressão contínua positiva (CPAP) por 40 segundos e intervalo de 1 minuto entre estas, bloqueio neuromuscular temporário e ventilados com volume-corrente de 4 mL/kg de peso, FIO_2 de 100%, em modo assistido-controlado, fluxo quadrado, pausa inspiratória de 0,5 a 1 seg, aumentando-se a PEEP a partir de 6 cmH₂O para 9, 12, 15, 18 e 21 cmH₂O, e calculando-se a complacência estática (volume-corrente/Platô-PEEP), disposta em um gráfico de PEEP e complacência. Quando os valores de complacência se apresentavam súbitos e mantidos os decréscimos, concluiu-se o ponto como de inflexão da curva pressão *versus* volume e, portanto, considerava-se o PEEP ideal o valor de PEEP imediatamente anterior à que gerou o decréscimo. Durante a otimização o paciente não podia apresentar instabilidade hemodinâmica e a saturação de oxigênio não deveria permanecer abaixo de 96%. A mensuração da PIA era realizada por medidas de pressão intravesical através da instalação de cateter vesical de três vias e mensuração utilizando coluna de água em equipo de pressão venosa central (PVC), com ponto zero obtido na altura da sínfise púbica: após o esvaziamento da bexiga e posterior infusão intravesical de 50 mL de solução fisiológica a 0,9%, em temperatura controlada entre 35 e 37° C; a medida era obtida em cmH₂O convertida em mmHg dividindo-se o valor obtido pela constante 1,36; as medidas eram realizadas em 5 momentos distintos: pré e pós-bloqueio neuromuscular (BNM) com pancurônio (0,1 mg/kg) e sedação profunda com midazolam e fentanil contínuo, pós-otimização guiada pela complacência estática do sistema respiratório da PEEP, após 6h e 12h de PEEP mais elevados.

Para análise estatística dos resultados aplicou-se o teste Análise de Variância de Friedman para comparação dos 5 tempos de medida da PIA. Fixou-se em 0,05 ou 5% (alfa menor ou igual a 0,05) o nível de rejeição da hipótese de nulidade.

RESULTADOS

Foram avaliados 15 pacientes: 33,3% (5) do sexo feminino e 66,7% (10) sexo masculino; idade variou entre 20 e 89 anos (Tabela 1). Os diagnósticos que motivaram a internação na UTI foram cirurgias gastroenterológicas em sete pacientes (46,7%), politraumatismo em cinco (33,3%) pacientes e cirurgias de aorta em três pacientes (20%). Nenhum dos pacientes apresentava-se oligúrico ou anúrico na primeira medida da pressão intra-abdominal; um dos pacientes evoluiu com diagnóstico de SCA durante a internação. Considerando a classificação de Burch⁶, 10 pacientes apresentaram hipertensão abdominal grau I (10,4-15 mmHg); quatro pacientes apresentaram grau II (16-25 mmHg) e um apresentou grau III (27,5 mmHg) na primeira medida; em se considerando a classificação da *World Society of The Abdominal Compartment Syndrome* 10 pacientes em Grau I (10,4-15 mmHg), dois pacientes em Grau II (16-18 mmHg), dois pacientes em grau III (22,4-25 mmHg) e um paciente em grau IV (27,5 mmHg). Todos os pacientes apresentaram os critérios de SARA descritos para inclusão no método do estudo. Também todos os pacientes incluídos no estudo estavam previamente monitorados com cateter vesical de longa

permanência do tipo três vias devido ao diagnóstico de internação. As medidas da PEEP ideal variaram no acréscimo de 4 a 6 cmH₂O na PEEP inicial. A variabilidade da PIA de acordo com a PEEP está apresentada no gráfico 1.

A tabela 1 apresenta principais dados demográficos dos pacientes e os resultados de cada mensuração da PIA segundo o protocolo definido para o estudo. O gráfico 1 demonstra os valores médios da amostra em cada momento descrito do protocolo. A variação entre a PIA inicial e as quatro medidas sequenciais, após otimização da PEEP, foram de 2 e 10 mmHg; estes valores, no entanto, não se demonstraram estatisticamente significativos para modificar o grau de hipertensão intrabdominal dos pacientes ou proporcionar adicional desenvolvimento de síndrome compartimental de abdômen.

DISCUSSÃO

A síndrome compartimental de abdômen (SCA) é uma condição de aumento da pressão em espaço anatômico confinado com comprometimento de fluxo sanguíneo local e conseqüente disfunção dos órgãos gerando manifestações sistêmicas.

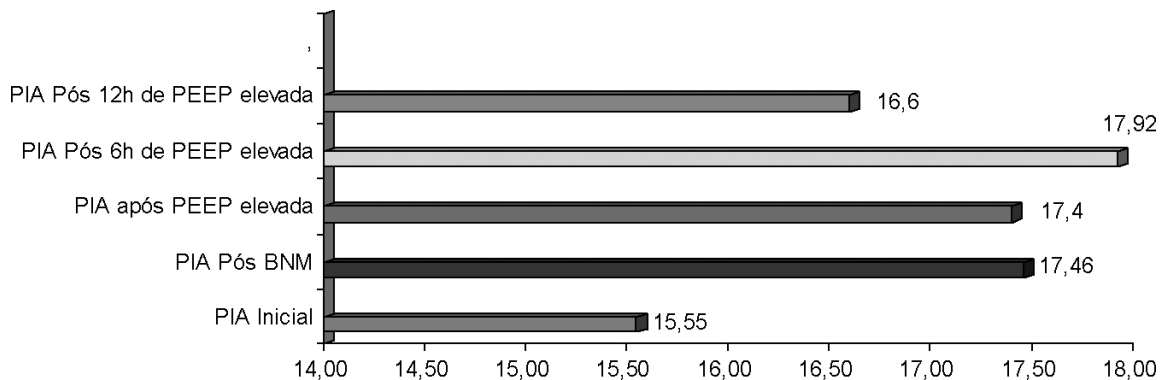


Gráfico 1 – A Variabilidade de PIA de acordo com a PEEP

Os valores descritos demonstram o valor médio da PIA em cada momento nos 15 pacientes avaliados.

Tabela 1 – Medidas de PIA Pós-Otimização da PEEP

Idade	Sexo	Diagnósticos de Internação	PEEP Pré	PEEP Pós	PIA Pré-Otimização da PEEP	PIA Pré-Otimização após BNM	PIA após Otimização da PEEP	PIA após 6h de Otimização da PEEP	PIA após 12h de Otimização da PEEP
78	F	Gastrocirurgia	10	14	13,23 mmHg	12,5 mmHg	13,9 mmHg	12,5 mmHg	13,23 mmHg
80	F	Politrauma	8	14	10,4 mmHg	6,6 mmHg	5,8 mmHg	6,6 mmHg	10 mmHg
78	F	Gastrocirurgia	8	12	11,7 mmHg	11,7 mmHg	11 mmHg	16,9 mmHg	12,5 mmHg
20	M	Politrauma	10	16	12,5 mmHg	12,5 mmHg	10,5 mmHg	17,6 mmHg	15,4 mmHg
61	M	Gastrocirurgia	8	12	16 mmHg	14 mmHg	8 mmHg	12,5 mmHg	12 mmHg
44	M	Gastrocirurgia	8	14	27,5 mmHg	21,3 mmHg	18 mmHg	18 mmHg	15 mmHg
61	M	Gastrocirurgia	12	16	25 mmHg	25,7 mmHg	23,5 mmHg	21,8 mmHg	21,3 mmHg
34	F	Vascular	10	14	13,23 mmHg	26 mmHg	26,4 mmHg	26 mmHg	24 mmHg
23	M	Politrauma	8	12	15 mmHg	15 mmHg	17 mmHg	17 mmHg	17 mmHg
89	F	Vascular	8	12	12 mmHg	14 mmHg	14 mmHg	14 mmHg	13 mmHg
33	M	Gastrocirurgia	10	14	18 mmHg	19 mmHg	19 mmHg	19 mmHg	19 mmHg
25	M	Politrauma	8	14	11,7 mmHg	18 mmHg	16,9 mmHg	15 mmHg	12 mmHg
61	M	Gastrocirurgia	10	16	11,7 mmHg	12,5 mmHg	17,6 mmHg	15 mmHg	12,7 mmHg
33	M	Vascular	8	12	22,40 mmHg	42 mmHg	44 mmHg	44 mmHg	40 mmHg
35	M	Politrauma	10	14	13 mmHg	11,2 mmHg	15,4 mmHg	13 mmHg	12 mmHg

A SCA é uma doença freqüente, porém pouco diagnosticada. Causas comuns de admissão em UTI tais como cirurgia geral abdominal, cirurgia vascular, transplantes (particularmente o hepático), fraturas pélvicas, *damage control*, pré-eclampsia, coagulação intravascular disseminada (CIVD), obesidade mórbida, ascite volumosa, pancreatite e choque séptico, podem gerar hipertensão intra-abdominal e síndrome compartimental de abdômen⁷. O controle da PIA é procedimento simples e pouco invasivo, mensurado por cateter intra-abdominal colônico, intravascular e, principalmente, através do método *gold standard* de mensuração da pressão intravesical, utilizando cateter ou sonda vesical de demora⁸.

Os primeiros relatos da fisiopatologia e tratamento da hipertensão intra-abdominal foram descritos por Thorington e Schmidt em 1923, que relatavam a manifestação de disfunção renal quando as pressões intra-abdominais estavam entre 15 e 30 mmHg (oligúria) e maior que 30 mmHg (anúria), utilizando cães com ascite induzida⁹; também foi relatada a melhora da função renal após paracentese de alívio nesses animais.

Os efeitos sistêmicos do aumento da pressão intra-abdominal são variáveis podendo oscilar da completa ausência de sintomatologia à síndrome compartimental de abdômen com manifestações de redução de débito cardíaco e do débito urinário, disfunção ventilatória (atelectasia, redução de complacência e aumento do espaço morto), hipertensão intracraniana, evisceração e disfunção hepática. A combinação entre o aumento da pressão intra-abdominal e as suas repercussões sistêmicas resulta em síndrome clínica com significativa morbidade e mortalidade. O óbito está em geral associado à sepse ou à falência múltipla de órgãos e a mortalidade varia entre 10,6% e 68%¹¹⁻¹⁴.

Portanto a SCA se refere à hipertensão intra-abdominal associada à disfunção orgânica que é reversível com a descompressão abdominal. Dentre as disfunções orgânicas estão as falências respiratória e renal e as alterações hemodinâmicas.

A falência respiratória é caracterizada por alteração na complacência pulmonar, resultando em elevadas pressões de vias aéreas com progressiva hipoxemia e hipercapnia. Alguns autores citam a disfunção pulmonar como manifestação mais precoce da síndrome compartimental e a radiográfica de tórax pode demonstrar elevações diafragmáticas com perda do volume pulmonar^{11,12,15,16}.

A alteração na função renal é manifestada por oligúria progressiva e anúria com azotemia. A insuficiência renal pode ser parcialmente revertida com administração de fluidos^{11,12,15,16}.

Indicadores hemodinâmicos incluem elevação da freqüência cardíaca, hipotensão, elevação ou não da pressão capilar pulmonar e da pressão venosa central, redução do débito cardíaco e elevação da resistência vascular pulmonar e sistêmica^{11,12,15,16}.

Teoricamente, o aumento da pressão intratorácica pode se transmitir à cavidade abdominal e incrementar os valores de PIA, o que intensificaria a compressão extrínseca da veia cava inferior e consolidaria mecanismo de “autoper-

petuação ou *feed-backing* positivo”, perpetuando o edema visceral⁷.

O estudo prévio de Sussman e col.¹⁷ avaliaram a influência da PEEP sobre a pressão intra-abdominal em aumentos aleatórios da PEEP até o máximo de 15 mmHg em 15 pacientes distintos em medidas únicas de PIA imediatamente após cada aumento. Os autores concluíram que o efeito agudo do incremento da PEEP sobre a PIA não se demonstrou relevante.

No presente estudo demonstrou-se a mensuração da PEEP em cinco momentos distintos, sendo cada paciente seu próprio controle. A PIA foi avaliada em diferentes tempos incluindo-se intervalos pré e imediatamente pós-otimização de PEEP (elevação de seus valores) e até 12 horas da otimização. A variabilidade de distintos tempos de medidas, assim como uso de método de PEEP mais elevados permitiu avaliar, com propriedade, a possível influência de níveis elevados de PEEP sobre a pressão intra-abdominal que proporcionariam acentuação de graus de hipertensão intrabdominal prévios e potencial risco de SCA. Como já demonstrado não houve significância estatística na variabilidade da PIA com aumentos da PEEP que fizesse migrar os pacientes em gradções nas escalas de Burch ou WSACA na amostra estudada.

CONCLUSÃO

No presente estudo valores mais elevados da PEEP não alteraram os níveis de PIA de forma significativa em até 12 horas após os estabelecimentos dos níveis de PEEP mais altos, sugerindo que esta freqüentemente manobra de tratamento para quadros de disfunção pulmonar e SARA não agrava os valores de PIA ou aumenta o potencial risco de SCA.

REFERÊNCIAS

01. Overholt R. Intraperitoneal pressure. *Arch Surg*, 1931;22:691-695.
02. Richardson JD, Trinkle JK. Hemodynamic and respiratory alterations with increased intra-abdominal pressure. *J Surg Res*, 1976;20:401-404.
03. Cullen DJ, Coyle JP, Teplick R, et al. Cardiovascular, pulmonary, and renal effects of massively increased intra-abdominal pressure in critically ill patients. *Crit Care Med*, 1989;17:118-121.
04. Burchard KW, Ciombor DM, McLeod MK, et al. Positive end expiratory pressure with increased intra-abdominal pressure. *Surg Gynecol Obstet*, 1985;161:313-318.
05. Artigas A, Bernard GR, Carlet J, et al. The American-European Consensus Conference on ARDS, part 2. Ventilatory, pharmacologic, supportive therapy, study designer strategies and issues related to recovery and remodeling. *Intensive Care Med*, 1998;24:378-398.
06. Burch JM, Moore EE, Moore FA, et al. The abdominal compartment syndrome. *Surg Clin North Am*, 1996;76:833-842.
07. Rasslan S, Bruscin V. Síndrome Compartimental do

- Abdome. In: Rasslan S, Terzi R. *O Doente Cirúrgico na UTI. Clínica Brasileiras de Medicina Intensiva*: São Paulo: Atheneu, 2001;451.
08. Iberti TJ, Lieber CE, Benjamin E. Determination of intra-abdominal pressure using a transurethral bladder catheter: clinical validation of technique. *Anesthesiology*, 1989;70:47-50.
 09. Thorington JM, Schimidt CF. A study of urinary output and blood pressure changes resulting in experimental ascites. *Am J Med Sci*, 1923;165:880.
 10. Kron IL, Harman PK, Nolan SP. The measurement of intra-abdominal pressure as a criterion for abdominal re-exploration. *Ann Surg*, 1984;199:28-30.
 11. Eddy V, Nunn C, Morris JA Jr. Abdominal compartment syndrome. The Nashville experience. *Surg Clin North Am*, 1997;77:801-812.
 12. Williams M, Simms HH. Abdominal compartment syndrome: case reports and implications for management of critically ill patients. *Am Surg*, 1997;63:555-558.
 13. Suter PM, Fairley B, Isenberg MD. Optimum end-expiratory airway pressure in patients with acute pulmonary failure. *N Engl J Med*, 1975;292:284-289.
 14. Kashtan J, Green JF, Parsons EQ, et al. Hemodynamic effects of increased abdominal pressure. *J Surg Res*, 1981;30:249-255.
 15. De Waele JJ, Hoste EA, Malbrain ML. Decompressive laparotomy for abdominal compartment syndrome--a critical analysis. *Crit Care*, 2006;10:R51.
 16. Bailey J, Shapiro MJ. Abdominal compartment syndrome. *Crit Care*, 2000;4:23-29.
 17. Sussman AM, Boyd CR, Williams JS, et al. Effect of positive end-expiratory pressure on intra-abdominal pressure. *South Med J*, 1991;84:697-700.
 18. Cheatham ML, Malbrain ML, Kirkpatrick A, et al. Results from the International Conference of Experts on Intra-abdominal Hypertension and Abdominal Compartment Syndrome. II. Recommendations. *Intensive Care Med*, 2007;33:951-962.