

ARTIGO ORIGINAL

Monitorização dos volumes correntes de pacientes ventilados mecanicamente a pressão

Monitoring of tidal volumes in patients mechanically ventilated by pressure

Geovane Rossone Reis¹, Débora Maciel Goulart², Ronaldo Jorge de Oliveira³, Adriana Arruda Barbosa Rezende⁴, Sália Denise Silva Carlotto Herrera⁵, Elienay Barbosa⁶

¹Fisioterapeuta. Professora Assistente do Centro Universitário UNIRG-TO

²Fisioterapeuta pelo Centro Universitário UNIRG-TO

³Fisioterapeuta pelo Centro Universitário UNIRG-TO

⁴Fisioterapeuta., Professora Adjunta do Centro Universitário UNIRG-TO

⁵Fisioterapeuta, Professora Assistente do Centro Universitário UNIRG-TO

⁶Fisioterapeuta, Professora Assistente do Centro Universitário UNIRG-TO

Resumo

Introdução: O uso clínico dos ventiladores mecânicos exige parâmetros para se obter uma adequada oxigenação e ventilação mais próxima possível do fisiológico de cada paciente. Portanto, o uso incorreto de valores de volume corrente pode causar malefícios para o pulmão. **Objetivo:** Verificar se pacientes submetidos a modalidade pressão controlada estão sendo ventilados com o volume corrente ideal baseado na altura. **Material e Métodos:** A presente pesquisa um estudo descritivo de caráter quantitativo, no qual a coleta de dados foi realizada por meio de 120 horas de observação. Para operacionalização do estudo, verificou-se o volume corrente ideal por meio do cálculo do peso ideal e, posteriormente, coletaram-se os dados expressos nos ventiladores mecânicos, realizando a comparação entre os volumes. **Resultados:** Foram realizadas 53 avaliações, em que apenas 16 (30%) estavam dentro do limite de tolerância do volume corrente, quatro avaliações (8%) mostraram-se abaixo do volume esperado e 33 (62%) apresentaram-se acima do volume corrente ideal. As médias dos volumes correntes ideais com o exalado, tiveram uma diferença estatisticamente significativa para afirmar que o volume administrado nos pacientes ventilados sob pressão controlada, no presente estudo não foi compatível com o ideal ($p < 0,01$). **Conclusão:** Concluiu-se que pacientes ventilados por pressão controlada devem obter maior monitorização do volume corrente exalado, uma vez que, com base nos resultados do presente estudo, a maioria dos pacientes sob esta modalidade ventilatória estava com grande discrepância dos volumes em relação ao ideal.

Descritores: Respiração artificial; Lesão pulmonar induzida por ventilação mecânica; Terapia respiratória; Unidade de terapia intensiva; Complacência pulmonar.

Abstract

Introduction: The clinical use of mechanical ventilators requires parameters to achieve an adequate ventilation and oxygenation as close as possible to the physiology of each patient. Therefore, the incorrect use of tidal volumes can cause harm to the lungs. **Objective:** The aim of the present study is to determine whether patients undergoing mechanical ventilation with controlled pressure are being ventilated with an ideal tidal volume based on their height. **Material and Methods:** The present research is a descriptive study using a quantitative approach, in which data collection was carried out through 120 hours of observation. In order to make the study operational, we found the ideal tidal volume by calculating the patient's ideal weight. After that, we collected the data showed by the mechanical ventilators. Then, we compared the volumes obtained. **Results:** We carried out 53 evaluations. Of these, only 16 (30%) were within the tolerance limit for the ideal tidal volume, 4 evaluations (8%) were below the expected volume, and 33 evaluations (62%) were above the ideal tidal volume. The averages of both ideal tidal volume and exhaled volume presented a statistically significant difference, so, we can affirm that the volume administered in patients mechanically ventilated with controlled pressure in the present study was not compatible with the ideal tidal volume ($P < 0.01$). **Conclusions:** It was concluded that patients being ventilated under controlled pressure ventilation mode must obtain increased monitoring of exhaled tidal volume, since, based on the results of this study, most patients in this ventilatory mode had large discrepancy in volumes compared to the ideal ones.

Descriptors: Respiration, artificial; Ventilator-induced lung injury; Respiratory therapy; Intensive care unit; Lung compliance.

Recebido em 10/05/2014

Aceito em 26/08/2014

Não há conflito de interesse

Introdução

A ventilação mecânica é uma das principais razões pela qual um paciente é admitido em uma unidade de terapia intensiva (UTI), sendo uma forma de tratamento ventilatório artificial com o objetivo de oxigenar e ventilar o paciente portador de insuficiência respiratória. Isso em função de reduzir o trabalho dos músculos respiratórios que, em determinadas situações de elevada demanda metabólica, está aumentado; reduzir a fadiga respiratória; diminuir o consumo de oxigênio; e permitir a aplicação de terapêuticas específicas⁽¹⁾.

O uso clínico de ventiladores mecânicos iniciou-se com os ventiladores por pressão negativa. Posteriormente, a relutância de ventilar pacientes críticos, a necessidade de adaptar um sistema mais seguro e mais flexível na ventilação mecânica, que permitisse inclusive uma interface maior com o paciente e suas necessidades, levou ao progresso de aparelhos mais sofisticados, como os aparelhos por pressão positiva.

Dentre os modos ventilatórios desses aparelhos, destaca-se a ventilação mecânica com pressão controlada (PCV), na qual o parâmetro pré-fixado é a pressão inspiratória (PPI), o tempo inspiratório (tI) ou a relação do tempo inspiratório com o tempo expiratório (relação I:E) e a frequência respiratória (fR). O disparo continua pré-determinado de acordo com o fR indicada, porém a ciclagem agora acontece de acordo com o tI ou com a relação I:E. O fluxo é proporcional ao gradiente da pressão gerada entre a via respiratória e o interior dos pulmões e inversamente proporcional à resistência das vias respiratórias. O volume corrente passa, portanto, a depender da pressão inspiratória, das condições da mecânica do sistema respiratório e do tempo inspiratório ajustado⁽²⁻⁴⁾.

Os principais objetivos da utilização da PCV são efetivamente permitir a redução da PPI e limitar a pressão alveolar, minimizando o risco de lesão por hiperdistensão. Há indícios bem estabelecidos de que a PCV também possa melhorar a sincronia entre paciente e ventilador⁽⁵⁾. Nessa modalidade ventilatória, o uso de altos volumes correntes irá denotar alterações respiratórias oriundas da hiperventilação, que propiciará uma hipocapnia e, também, hiperinsuflação cíclica que poderá gerar biotrauma, lesão pulmonar induzida pelo ventilador e barotrauma. Entretanto, o uso de baixos volumes correntes irá produzir hipercapnia, que por sua vez gerará acidose respiratória e hipoxemia⁽⁶⁻⁷⁾.

Esta pesquisa se justifica pela suposta falta de monitorização do volume corrente em pacientes sob PCV, pois, nesta modalidade, o VC é indiretamente controlado por meio do valor da PPI e do tI, sendo também a complacência pulmonar do paciente uma importante vertente da capacidade pulmonar e, consequentemente, do volume de ar mobilizado a cada ciclo ventilatório. Desta forma, o objetivo deste estudo foi verificar se pacientes submetidos a modalidade pressão controlada estão sendo ventilados com o volume corrente ideal baseado na altura.

Material e Métodos

A presente pesquisa é um estudo descritivo de caráter quantitativo. Permite ao pesquisador a obtenção de uma melhor compreensão do comportamento de diversos fatores e elementos

que influenciam determinado fenômeno e tem por finalidade observar, registrar e analisar os fenômenos sem entrar no mérito do seu conteúdo. O método qualitativo significa quantificar opiniões, dados, nas formas de coletas de informações, assim como também o emprego de recursos e técnicas estatísticas⁽⁸⁾. Os critérios de inclusão adotados para compor a amostra avaliada foram: pacientes de ambos os sexos, maiores de 18 anos, submetidos à ventilação mecânica invasiva na modalidade PCV, em uso de sedação contínua por bomba de infusão com escala de sedação de Ramsay = 6, ou seja, sem qualquer responsividade⁽⁹⁾. Já os pacientes em processo de desmame e em modo ventilatório espontâneo, foram os critérios de exclusão estabelecidos.

Para operacionalização do estudo, a altura dos pacientes foi mesurada por meio de uma fita métrica, da marca FioStore[®] e a obtenção do peso ideal se deu por meio dos cálculos para ambos os sexos: homem (kg) = $50 + 0.91(\text{altura (cm)} - 152.4)$ e mulher (kg) = $45.5 + 0.91(\text{altura (cm)} - 152.4)$.⁽¹⁰⁾ O volume corrente ideal foi concebido pela multiplicação do peso ideal por 6, resultando em um volume de 6 mililitros por quilograma de peso ideal.

Posteriormente, os pesquisadores previamente treinados e não participantes da equipe de funcionários da UTI de um hospital da região Sul do Estado do Tocantins, por meio de 120 horas de observação, coletaram os volumes correntes exalados expressos nos ventiladores mecânicos Servo-S da Maquet[®], Avea da Viasys[®], por meio do sensor de fluxo do Inter 5 Plus da Intermed[®]. Após a obtenção do volume corrente ideal e do volume corrente exalado, resultado da pressão submetida ao pacientes pelos médicos e fisioterapeutas, os pesquisadores realizaram a comparação dos dois valores. Alguns pacientes foram avaliados repetidas vezes, porém, respeitando o intervalo de no mínimo 24 horas, pois o objetivo do trabalho não foi avaliar a evolução do quadro do paciente e, sim, o nível de monitorização do VC exalado nos pacientes ventilados por PCV.

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos do Centro Universitário UnirG sob protocolo nº 0199/2010. A intervenção e coleta de dados aconteceram em conformidade com a Resolução 196/96 e a Convenção de Helsink (Association 2008)⁽¹¹⁾.

Os dados foram submetidos a uma análise estatística descritiva realizada pelo programa BioEstat versão 5.0, utilizando o teste *t* de Student e representados por meio de gráficos e percentuais. Para a análise da correlação, utilizou-se o teste de Pearson. Os resultados foram considerados significativos quando apresentaram o valor da probabilidade inferior a 5% ($P < 0,05$).

Resultados

Por meio de 120 horas de observação, foi possível realizar 53 avaliações. Destas, a média total dos volumes correntes ideais foi de 416,08 ml ($\pm DP?$) e a dos volumes correntes exalados colhidos nesta pesquisa foi de 527,53 ml ($\pm DP?$), com diferença de 26,8% ($P < 0,0001$).

Dentre as avaliações realizadas, foi aceita uma variação de 20% do volume corrente exalado, para mais ou para menos em relação ao ideal calculado. Das 53 avaliações, 16 (30%) estavam dentro

do limite de tolerância do volume corrente, quatro (8%) das avaliações apresentaram valores menores do que 20% em relação ao ideal (Figura 1) e 33 (62%) estavam 45,52% acima do valor do volume corrente ideal, demonstrando que a utilização do VC está acima do preconizado para cada paciente (Figura 2).

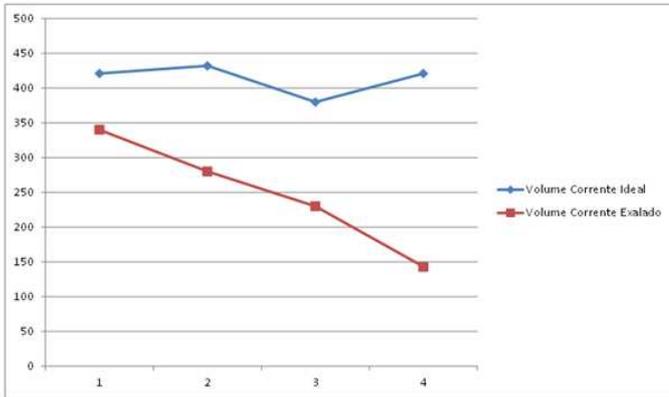


Figura 1. Comparação entre Volume Corrente exalado e Volume Corrente ideal dos 4 pacientes com valores abaixo do limite tolerável.

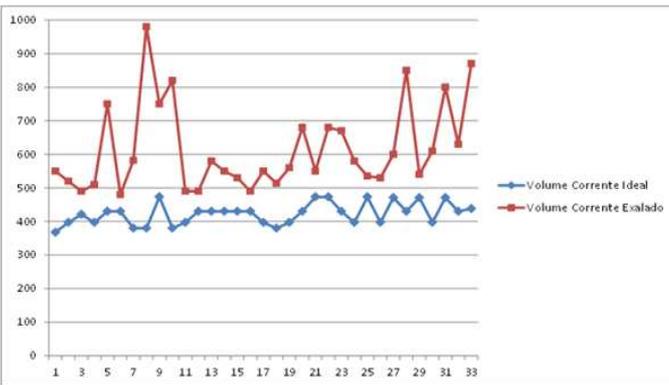


Figura 2. Comparação entre Volume Corrente exalado e Volume Corrente ideal dos 33 pacientes com valores acima do limite tolerável.

Ao ser analisada a relação da fR com o volume corrente exalado, observou-se uma correlação positiva fraca, $r=0,1$ e $P>0,05$, conforme apresentado no Figura 3. Isso implica em dizer que os pacientes poderiam estar em uma acidose respiratória.

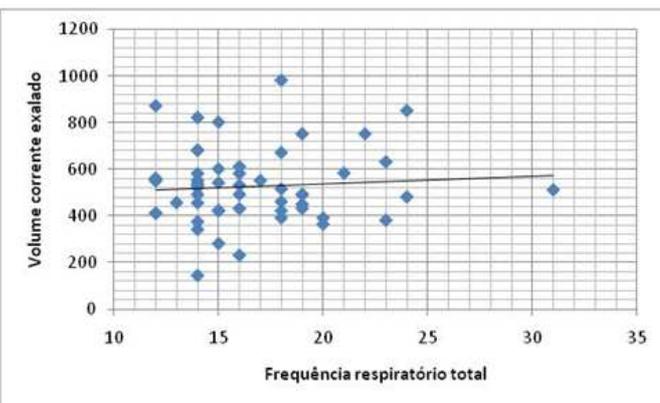


Figura 3. Relação da Frequência Respiratória Total com o volume corrente exalado

Em se tratando da relação do volume corrente exalado com o tempo inspiratório, verificou-se uma correlação positiva fraca, $r=0,3$ e $P>0,05$, conforme expresso na Figura 4.

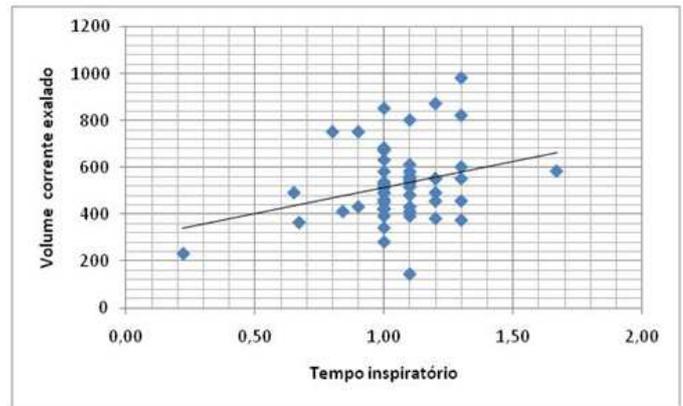


Figura 4. Relação do tempo inspiratório com o volume corrente exalado

Na análise da relação do VC exalado com a pressão controlada (PC), pode-se afirmar que houve uma correlação negativa fraca, $r = -0,1$ e $P>0,05$, na qual a PC mostrou-se inversamente proporcional ao aumento do VC exalado, o que é relacionado à baixa complacência pulmonar, como visto na Figura 5.

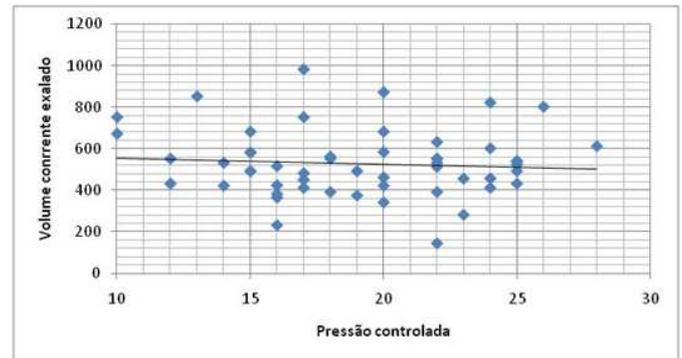


Figura 5. Relação da pressão controlada com o volume corrente exalado.

Ao ser investigado a relação entre valores de pressão expiratória positiva final (PEEP) e volume corrente exalado, a correlação encontrada foi positiva, porém fraca com $r=0,1$ e $P>0,05$ (Figura 6).

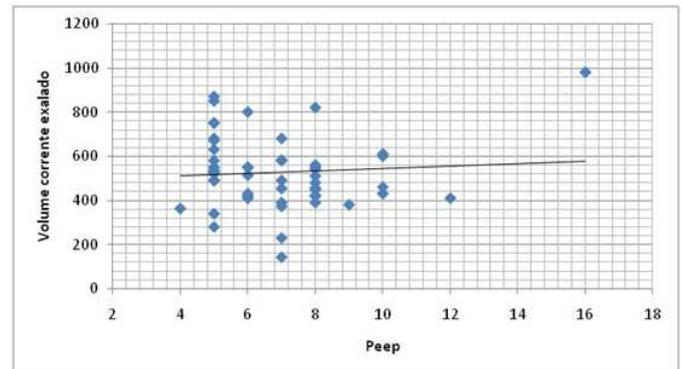


Figura 6. Relação da PEEP com o volume corrente exalado

Discussão

Em uma pesquisa realizada com 20 pacientes com mais de 18 anos, sendo 15 do sexo masculino e cinco do feminino com suporte ventilatório, comparou-se o volume corrente recomendado, com base na medição do peso ideal pela *ARDSNET* (6 ml/kg) com o utilizado nos pacientes ventilados mecanicamente. Constataram que 40% dos pacientes foram ventilados com volume corrente de > 6 ml/kg e 10% dos pacientes estavam sendo ventilados com volume corrente de < 6 ml/kg, o que reforça a importância do cálculo do peso ideal para um volume corrente ideal⁽¹²⁾.

Achados semelhantes ao deste estudo foram encontrados na análise de 37 pacientes ventilados, durante um único turno, com o objetivo de estabelecer um volume corrente ideal por meio da comparação do peso corporal ideal com o real. Com base nos resultados, o valor do volume corrente baseado no peso ideal variou de 4,9 ml/kg a 10,5ml/kg. A diferença do peso real e ideal variaram de 7 kg para menos, a 119 kg para mais ($P<0,05$). A pesquisa mostrou que se o volume corrente de 6 ml/kg fosse aplicado, o volume corrente resultante da diferença do peso ideal com o real poderia chegar no máximo a 714 ml. Concluiu-se que a utilização do peso ideal para o cálculo do volume corrente ideal, resultou em um menor volume corrente, o que ajuda a reduzir a incidência de lesão pulmonar induzida por ventilador⁽¹³⁾.

Com o objetivo de comparar o VC utilizado nas primeiras 24/48 horas de ventilação mecânica, em 19 pacientes com sepse grave/choque séptico e LPA/SDRA, com a mortalidade e mecânica respiratória durante a internação na UTI, foram observados 14 pacientes que morreram, nove apresentaram VC acima do ideal e a mecânica respiratória apresentou melhores valores com VC mais baixos. Conclui-se que a mortalidade pode ser influenciada pela estratégia ventilatória utilizada⁽¹⁴⁾. Outros autores⁽¹⁵⁾ também verificaram a eficácia do protocolo sugerido pela *ARDSNET*, no qual a estratégia ventilatória se baseia na aplicação de volume corrente baixo, reduzindo a mortalidade em pacientes com SDRA.

O volume corrente sofre alterações em consequência da excessiva acidez do sangue, causada por um acúmulo de anidrase carbônica no sangue que estimula as zonas do cérebro responsáveis pelo controle da respiração, induzindo a um aumento do *drive*, que por sua vez, induzem uma respiração mais rápida e, principalmente, mais profunda, o que aumentaria proporcionalmente o volume corrente exalado⁽¹⁶⁾. Outros fatores que influenciam no volume corrente gerado são a pressão inspiratória pré-estabelecida, as condições de impedância do sistema respiratório e o tempo inspiratório selecionado⁽⁴⁾.

A influência do tempo inspiratório no volume corrente é observada pela avaliação, na UTI Adulto do Hospital Regional de Mato Grosso do Sul, 13 pacientes submetidos à VM no modo PCV, na qual se ajustou o tempo inspiratório para 1,0s; 1,2s; 1,4s; 1,6s. Verificou-se um aumento crescente significativo ($P<0,05$) na comparação dos volumes correntes médios nos respectivos tempos inspiratórios⁽¹⁷⁾.

O volume corrente exalado em pacientes ventilados sob PCV pode ter maior dependência da complacência pulmonar

encontrada do que com o valor da pressão inspiratória regulada, contrariando o III Consenso Brasileiro de VM⁽⁴⁾. Isso em função da menor complacência causar maior dificuldade de expansão pulmonar, ou seja, baixa complacência é sinônimo de baixos volumes, em virtude da limitação da dinâmica respiratória⁽¹⁸⁾.

Sabe-se que a aplicação da PEEP pode contribuir para a abertura e manutenção das unidades alveolares em um estado ótimo para a ventilação, sem a necessidade de altas pressões inspiratórias, pois, durante a exalação, o volume alveolar é reduzido e o colapso alveolar ocorre, quando a força de retração elástica ultrapassa a pressão de fechamento alveolar. Isso porque a pressão de fechamento é menor do que a pressão de abertura e, sendo assim, menos pressão é requerida para conservar os alvéolos abertos do que para alcançá-lo. Valores maiores de PEEP promovem um maior volume corrente em pacientes ventilados sob PCV, desde que essa PEEP não exceda a pressão máxima alveolar ou o ponto de inflexão superior. O colapso do alvéolo durante a exalação é, inclusive, evitado se a PEEP for aplicada a um nível igual ou superior à pressão de fechamento⁽¹⁹⁻²⁰⁾.

Entretanto, é de conhecimento geral que falhas nos valores dos volumes exalados denotados nos ventiladores decorrentes das altas demandas de volume compressivo nos circuitos ou a problemas de regulação nos sensores de fluxo e volume, limitam ou parcialmente alteram o resultado do presente estudo.

Conclusão

Concluiu-se que pacientes ventilados por pressão controlada devem obter maior monitorização do volume corrente exalado, uma vez que, com base nos resultados do presente estudo, a maioria dos pacientes sob esta modalidade ventilatória estava com grande discrepância dos volumes em relação ao ideal.

Percebe-se que há uma necessidade específica de monitoramento do volume corrente dos pacientes admitidos na UTI e acoplados a ventilação mecânica, na modalidade PCV, com base nos valores propostos de volume corrente ideal, dados pela literatura consensual vigente. Isso em função de atingir valores mais próximos do fisiológico e diminuir os possíveis danos iatrogênicos aos pacientes, a fim de melhorar os indicadores de qualidade das UTIs.

Referências

1. Faustino EA. Mecânica pulmonar de pacientes em suporte ventilatório na unidade de terapia intensiva: conceitos e monitorização. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2007;19(2):161-9.
2. Bregeon F, Delpierre S, Chetaille B, Kajikawa O, Martin T, Autillo-Touati A, et al. Mechanical ventilation affects lung function and cytokine production in an experimental model of endotoxemia. *Anesthesiology*. 2005;102(2):331-9.
3. Cavalcanti IL, Cantinho FAF, Assad A. *Medicina perioperatória*. Rio de Janeiro: SAERJ; 2006.
4. Carvalho CRR, Toufen Junior C, Franca SA. *Ventilação mecânica: princípios, análise gráfica e modalidades ventilatórias*. *J Bras Pneumol*. 2007;33(Supl 2):54-70.
5. Emmerich JC. *Suporte ventilatório: aplicação prática*. 4ª ed. Rio de Janeiro: Revinter; 2011.

6. David CM. Ventilação mecânica da fisiologia à prática clínica. 2ª ed. São Paulo: Revinter; 2011.
7. Sarmiento GJV. Princípios e práticas de ventilação mecânica. São Paulo: Manole; 2009.
8. Oliveira SL. Tratado de metodologia científica: projetos de pesquisa, TGI, TCC, monografias, dissertações e teses. 2ª ed. São Paulo: Pioneira; 2002.
9. Sarmiento GJV, Vega JM, Lopes NS. Fisioterapia em UTI avaliação e procedimentos. São Paulo: Atheneu; 2006.
10. The Acute Respiratory Distress Syndrome Network. Ventilation with lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. *N Engl J Med*. 2000;342(18):1301-8.
11. World Medical Association. World Medical Association declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. *J Postgrad Med*. 2002;48(3):206-8.
12. Whiddon SR, Baker R, Adcock C, Hadden A, Smith RA. A preliminary comparison of delivered tidal volume and ardsnet recommended tidal volume as determined by ideal body weight in mechanically ventilated patients. *Respir Care* [periódico na Internet]. 2009 [acesso em 2011 Abr 15]: [aproximadamente 1 p.]. Disponível em: <http://www.rcjournal.com/abstracts/2009/?id=679787>.
13. Ascutto AJ, Michaels DL, Gentile MA, Davies JD, Macintyre NR. The importance of ideal body weight for tidal volume calculation. *Respir Care* [periódico na Internet]. 2006 [acesso em 2011 Mai 16]: [aproximadamente 2 p.]. Disponível em: <http://www.rcjournal.com/abstracts/2006/?id=OF-06-233>.
14. Coelho AC, Deponi GN, Rieder MM. Ventilação mecânica na sepse grave: repercussão do volume corrente na mecânica pulmonar e mortalidade. *Rev Bras Fisioter*. 2010;14(Supl 1):362.
15. Shah P, Callahan A, Collar N, Malinowski T, Lamberti J. Improved compliance with a low tidal volume ventilation strategy in ALI/ARDS. *Respir Care* [periódico na Internet]. 2003 [acesso em 2011 Abr 15]: [aproximadamente 2 p.]. Disponível em: <http://www.rcjournal.com/abstracts/2003/?id=OF-03-181>.
16. Scanlan CL, Wilkins RL, Stoller JK. Fundamentos da terapia respiratória de Egan. 7ª ed. Barueri: Manole; 2000.
17. Bernal DADR, Silva BAK, Pereira DM. Influência do aumento do tempo inspiratório na ventilação pulmonar de pacientes submetidos à ventilação mecânica na modalidade pressão controlada. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2006;18(2):126-30.
18. Saraiva RA. Mecânica respiratória e controle da ventilação. *Rev Bras Anesthesiol*. 1996;46(3):164-74.
19. Pissulin FDM, Guimarães A, Kroll LB, Cecílio MJ. Utilização da CPAP durante atividade física em esteira ergométrica em portadores de DPOC: comparação com uso de O₂. *J Bras Pneumol*. 2002;28(3):130-6.
20. Stock MC, Perel A. Manual de suporte ventilatório mecânico. 2ª ed. São Paulo: Manole; 1999.

Endereço para correspondência: Fundação UNIRG. Av. Rio Branco nº 2419 Centro
CEP: 77410-120 Gurupi-TO *E-mail:* g_rossone@yahoo.com.br
