

**Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa
Lato Sensu em Fisioterapia em Terapia Intensiva**

**Importância da avaliação da variabilidade cardíaca para a evolução
do desmame**

**Autor: Fabíola Ferreira da Rocha
Orientador: MSc Renato Valduga**

Brasília - DF

2012

**Importância da avaliação da variabilidade da frequência
cardíaca para a evolução do desmame ventilatório**

FABÍOLA FERREIRA DA ROCHA

Orientador: MSc. Renato Valduga

Artigo científico apresentado ao Programa de Pós-Graduação Lato Sensu em Fisioterapia em Terapia Intensiva da Universidade Católica de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do certificado de Especialista em Terapia Intensiva

Brasília
2012

Importância da avaliação da variabilidade da frequência cardíaca para a evolução do desmame ventilatório

The importance of assessment of heart rate variability for the evolution of weaning

Resumo

Introdução: A aceleração do desmame ventilatório tem sido uma importante estratégia para minimizar os danos causados pela ventilação mecânica com pressão positiva. Todavia, esse processo pode causar alterações na atividade do sistema nervoso autônomo, identificadas pela variabilidade da frequência cardíaca e no sistema cardiorrespiratório. O objetivo desse estudo foi analisar a importância da avaliação da variabilidade da frequência cardíaca para a evolução do desmame ventilatório. **Método:** foi realizada uma revisão de literatura por meio de pesquisa de artigos científicos nas bases de dados: Pubmed, MedLine, Portal Capes, Scielo e Lilacs. Foram utilizados artigos em língua portuguesa e inglesa com os termos: “Ventilação mecânica (*Mechanical ventilation*)”, “Variabilidade da frequência cardíaca (*Heart rate variability*)”, “desmame (*weaning*)”, “modos ventilatórios (*ventilation modes*)”, publicados a partir de 1990. **Resultados:** Foram abordados nessa pesquisa os temas: Interação cardiopulmonar na ventilação mecânica, variabilidade da frequência cardíaca, métodos de desmame e análise da variabilidade da frequência cardíaca no desmame. **Conclusão:** O desmame ventilatório pode causar disfunções autonômicas e cardiorrespiratórias que dificultam e prolongam a retirada da ventilação mecânica. Para os profissionais envolvidos no desmame é importante o conhecimento dessas alterações para minimizar danos aos pacientes. Novos estudos devem ser realizados para melhor compreensão desses mecanismos.

Palavras-chave: Respiração artificial; Desmame do respirador; Sistema Nervoso Autônomo; Frequência cardíaca.

*The importance of assessment of heart rate variability for the evolution of weaning***Abstract**

Introduction: The acceleration of weaning has been an important strategy to minimize the damage caused by mechanical ventilation with positive pressure. However, this process may cause changes in the autonomic nervous system activity, identified by heart rate variability and cardiorespiratory system. The aim of this study was to analyze the importance of assessing heart rate variability for the evolution of weaning. **Method:** This study was a literature review by searching scientific articles in the databases: Pubmed, Medline, Portal Capes, Scielo and Lilacs. Forum articles used in Portuguese and English with the words "ventilação mecânica (Mechanical ventilation) ", "variabilidade da frequência cardíaca (Heart rate variability)," "desmame (weaning) ", "modos ventilatorios (ventilation modes)," published from 1990. **Resultados:** We approached this research themes: Cardiopulmonary interaction in mechanical ventilation , heart rate variability, weaning methods and analysis of heart rate variability in weaning. **Conclusion:** The weaning can cause cardiorespiratory and autonomic dysfunctions that complicate and prolong the withdrawal of mechanical ventilation. For professionals involved in weaning is important to be aware of these changes to minimize harm to patients. Further studies should be conducted to better understand these mechanisms.

Keywords: Respiration artificial; Ventilator Weaning; Heart Rate; Autonomic Nervous System.

Introdução

A ventilação mecânica (VM) é um método de suporte ventilatório, usado em pacientes em situações clínicas que cursam com insuficiência respiratória, tornando-se incapaz de manter a eficiência das trocas gasosas, e casos cirúrgicos que há necessidade da preservação ventilatória^{1, 2}. Contudo, a VM pode provocar complicações nosocomiais relacionadas ao tempo do suporte, sendo essencial a sua retirada o mais rápido possível³.

O suporte ventilatório com pressão positiva interfere na interação cardiopulmonar, acarretando ajustes cardiovasculares necessários para manter a estabilidade hemodinâmica. A mudança na mecânica ventilatória, consequente desta estratégia, diminui a pré e a pós-carga do ventrículo esquerdo, sendo esta última ocorrida pela capacidade da VM em reduzir a pressão transmural ventricular, influenciando na hemodinâmica, fornecimento de oxigênio e nutrientes⁴.

O uso da pressão positiva invasiva por longos períodos aumenta os riscos de complicações como lesões de vias aéreas, pneumonia, barotrauma e elevam os custos hospitalares. Além disso, causa efeitos na pressão intratorácica (PIT), no volume pulmonar do retorno venoso e no volume de ejeção do ventrículo esquerdo. As mudanças na pressão intratorácica são transmitidas ao coração, pericárdio, grandes artérias e veias, como consequência, há a redução do retorno venoso com consequente diminuição do débito cardíaco. A hiperinsuflação pulmonar poderá reduzir a atividade simpática promovendo queda na frequência cardíaca (FC) e a contratilidade miocárdica. Sendo assim o planejamento do desmame ventilatório é uma ação importante para prevenção ou atenuação desses efeitos^{5,6}.

O desmame da ventilação mecânica pode ser definido como o processo de retirada do suporte ventilatório para o paciente⁷. Estima-se que esse processo dure mais de 40 % do tempo de ventilação mecânica. No entanto, essa retirada deve ser realizada com cautela, pois a prematuridade do desmame leva a estresse cardiovascular, prejuízo da troca gasosa e fadiga muscular³. Este também está associado com a alteração na atividade autonômica, podendo esta ser avaliada por meio da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), variável que tem sido usada como ferramenta para a avaliação do sistema nervoso autônomo. Este sistema regula a frequência e o ritmo cardíaco através da atividade do sistema nervoso simpático e parassimpático^{8,5}.

A VFC mede as oscilações entre os batimentos gerados por variações na entrada do nodo sinusal do sistema nervoso autônomo. O desmame causa estimulação simpática adrenal que pode alterar a VFC tornando sua investigação importante para os profissionais envolvidos nesse processo^{5,9}.

Os modos de ventilação espontânea produzem respostas hemodinâmicas devido à alteração da pressão intratorácica e a interação entre o sistema respiratório e cardiovascular⁵. A ventilação com pressão de suporte, ventilação mandatória intermitente sincronizada e o tubo T são os métodos mais usualmente utilizados para o desmame, porém não há certeza absoluta sobre o melhor a ser utilizado³. Estudos relatam que 6 a 10% dos pacientes apresentam alterações eletromiográficas de isquemia cardíaca e implicações na VFC durante o desmame¹⁰. Estudos demonstram que o desmame ventilatório deve ser iniciado o mais rápido possível como prevenção a complicações clínicas¹¹. Outros autores tem descrito que a retirada do suporte ventilatório pode causar consequências negativas ao sistema cardiorrespiratório. Shen et al⁸ analisaram a VFC de pacientes em VM e relataram a redução VFC em um grupo de pacientes que evoluíram com falha no desmame.

O sistema cardiovascular sofre interferências durante o desmame ventilatório que nem sempre são minuciosamente avaliadas. Neste contexto, o presente estudo teve por objetivo analisar a importância da avaliação da variabilidade da frequência cardíaca para a evolução do desmame ventilatório. Para tanto, foi realizado uma revisão da literatura que abordou os temas: interação cardiopulmonar na ventilação mecânica, variabilidade da frequência cardíaca, métodos de desmame e análise da variabilidade da frequência cardíaca no desmame ventilatório.

Métodos

A revisão de literatura foi realizada por meio da pesquisa de artigos científicos nas bases de dados: Pubmed, MedLine, Portal Capes, Scielo e Lilacs. Foram utilizados os artigos publicados em língua portuguesa e inglesa a partir dos seguintes termos: “Ventilação mecânica (*Mechanical ventilation*)”, “Variabilidade da frequência cardíaca (*Heart rate variability*)”, “desmame (*weaning*)”, “modos ventilatórios (*ventilation modes*)”, bem como o cruzamento desses termos. Foram incluídos artigos que apresentavam os termos citados ao menos no título, resumo ou descritores. Estes deveriam ser caracterizados como ensaio clínico randomizado, estudo caso-controle, estudo coorte, estudo transversal ou revisão de literatura, publicados a partir de 1990. Textos científicos caracterizados como relato de caso ou relatos de opinião científica foram excluídos da pesquisa.

Interação cardiopulmonar na ventilação mecânica

Os sistemas cardiovascular e respiratório trabalham com diferentes pressões torácicas que geram, hemodinamicamente, consequências chamadas de interações cardiopulmonares. Eventos estes, que em indivíduos saudáveis em ventilação espontânea são fisiológicos e não prejudicam a homeostase, mas de grande impacto quando a pressão positiva é aplicada ou retirada¹².

O sistema nervoso autônomo (SNA) controla parte do sistema cardiovascular, fornecendo nervos aferentes e eferentes ao coração por terminações simpáticas para todo o miocárdio e parassimpática para o nó sinusal, o miocárdio atrial e o nódulo atrioventricular¹³.

Na ventilação espontânea a pressão intratorácica (PIT) diminui, tornando-se negativa, facilitando a entrada de gases para os pulmões, melhora o retorno venoso e aumenta o débito cardíaco^{14,15}. Porém a VM provoca efeitos mecânicos associados à resposta autonômica. Alterações na pressão intratorácica repercutem na performance cardiovascular. O retorno venoso sofre influência direta da pressão de átrio D (Pad) que por sua vez é afetado pela PIT. Durante a VM ocorre aumento da Pad que causa diminuição do retorno venoso e, havendo persistência desta, o volume diastólico final do VE reduz o débito cardíaco⁶.

Os aumentos na PIT são transmitidos ao pericárdio durante a VM, cursando com a elevação da pressão pericárdica e a diminuição das pressões transmuralis das câmaras cardíacas. Por isso a função ventricular torna-se menos eficiente (em pacientes não cardiopatas). Sendo assim, para determinada pressão de enchimento ventricular esquerdo, o volume diastólico final estará diminuído, logo o volume sistólico e a fração de ejeção também^{5, 6}. A pressão transmural da aorta, quando reduzida pelo uso de VM, gera uma redução da pós-carga do ventrículo esquerdo (VE) beneficiando o DC¹⁶.

A pós-carga do ventrículo direito (VD) é determinada principalmente pela resistência vascular pulmonar (RVP), sendo esta afetada por variações do volume pulmonar. O uso de grandes volumes pulmonares e elevados níveis de PEEP aumenta a RVP dos vasos intra-alveolares devido à distensão alveolar. Altos volumes pulmonares ou hiperinsuflação provocam hiperestimulação vagal seguida de redução da frequência cardíaca e dilatação arteriolar reflexa¹⁷.

Variabilidade da frequência cardíaca

A intervenção do SNA no coração ocorre por meio de barorreceptores, quimioceptores, receptores atriais e ventriculares, modificações do sistema respiratório, sistema vasomotor, sistema hormonal e sistema termorregulador¹⁸.

O SNA tem sido considerado na evolução de patologias que acometem o sistema cardiovascular⁵. O controle neural está relacionado à FC e atividade baroceptora¹⁸. A ativação simpática causa uma inibição vagal, isto é, reduz a ativação parassimpática, elevando a FC, em contrapartida, no predomínio da atividade vagal ocorre a redução da FC¹⁸⁻²⁰.

A variabilidade da frequência cardíaca é a medida das variações entre os batimentos (intervalos R-R) causado pelo SNA no nó sinusal⁵. É uma medida não invasiva usada para identificar fenômenos ligados ao SNA em pessoas saudáveis, atletas e enfermos. Esta é influenciada pela frequência do nodo sinusal e do tônus nervoso simpático em resposta a estímulos ambientais e fisiológicos, tais como atividade física, sistema respiratório, hemodinâmica, metabolismo e postura^{5, 13, 18,19}. A alta VFC caracteriza o funcionamento eficiente do SNA e a baixa VFC revela predomínio simpático com ineficiência do SNA²¹.

A representação da VFC obtida pelo estudo dos intervalos entre as ondas R é recebida por alguns instrumentos, dentre eles o eletrocardiograma (ECG). A análise espectral da FC divide a VFC em componentes da alta frequência (AF), com variação de 0,15 – 0,4HZ que representa a modulação respiratória e demonstra a atividade do nervo vago sobre o coração, e componentes de baixa frequência (BF) que varia de 0,4 – 0,15 modulado por baroceptor simpático e vagal¹⁸.

Métodos de desmame ventilatório

Após a estabilização clínica e ventilatória do paciente em VM faz-se necessária a sua retirada, para prevenir as complicações envolvidas no período prolongado de VM desta estratégia ventilatória. A esse processo dar-se o nome de desmame que é a transição da ventilação artificial para a ventilação espontânea em indivíduos em uso de VM por mais de 24 horas¹. Novos métodos de desmame tem sido estudados, porém as modalidades mais utilizadas são: ventilação com pressão de suporte, ventilação mandatória intermitente sincronizada e o tubo T.⁴

Entre as dificuldades para o início do desmame é está a identificação do momento no qual paciente está apto a retornar a ventilação espontânea. As maiorias dos pacientes não apresentam dificuldade para retornar a ventilação espontânea, porém uma parcela tem o desmame de maneira lentificada²². Alguns critérios clínicos são usados para tentar evitar o insucesso do desmame dentre eles a resolução da doença que causou descompensação

respiratória, adequada troca gasosa, autonomia das vias aéreas, e a avaliação do nível de consciência^{22, 23, 11}.

Apesar do uso de protocolos durante a liberação do suporte ventilatório, estudos demonstram que a extubação, ou seja, a retirada da prótese ventilatória, após o teste de respiração espontânea (TRE) reduz a duração desse suporte²⁴.

O TRE é uma técnica que consiste na remoção do respirador mecânico, com o provimento de oxigênio (O₂) suplementar ao paciente por meio de um dispositivo chamado tubo T(TT). Inicialmente, este utilizado é para identificar a prontidão para a extubação com duração de 30 minutos a 2 horas, no entanto, seu uso de maneira intermitente pode se estender por vários dias, é no auxílio ao desmame em pacientes dependentes crônicos da VM²⁵.

Pacientes que não respondem positivamente ao TRE passam para a retirada gradual da VM. Na ventilação com Pressão de suporte (PSV) há um auxílio à ventilação espontânea por meio de uma pressão positiva inspiratória que minimiza o trabalho imposto pelo tubo endotraqueal e o circuito ventilatório. Neste método as respirações são disparadas iniciadas pelo paciente e a pressão inspiratória reduzida até a extubação^{3, 25}.

A ventilação mandatória intermitente sincronizada (SIMV) consiste em intercalar respirações controladas pelo respirador com respirações espontâneas. A intenção é trabalhar a musculatura respiratória em seguida promover descanso. No entanto esse método tem sido evitado uma vez que pode causar fadiga retardando o desmame^{25, 3}. Segundo estudos, os métodos PSV e TT tem demonstrado maior índice no sucesso do desmame²⁵.

O insucesso do desmame é geralmente multifatorial e incluem: insuficiência cardíaca, doença pulmonar obstrutiva crônica, lesão neurológica, desnutrição e fatores psicológicos²⁶.

A passagem da ventilação mecânica para a ventilação espontânea necessita de mecanismos compensatórios para manter a homeostase, porque produz alterações hemodinâmicas que causam a sobrecarga ao sistema cardiovascular, aumento do retorno venoso e da pós-carga do VE, alteração no consumo de O₂, bem como liberação de catecolaminas²⁷. Essas alterações podem desencadear insuficiência do VE, edema pulmonar, hipoxemia, isquemia cardíaca, aumento da FC e do trabalho respiratório com consequente falha do desmame^{28, 29}.

Análise da variabilidade da frequência cardíaca no desmame ventilatório

No decorrer do desmame ventilatório, alterações na pressão intratorácica podem causar prejuízo ao sistema cardiovascular e no sucesso do desmame. Pacientes com dificuldade de manter a estabilidade hemodinâmica tem maiores chances de desenvolver arritmias cardíacas, descontrole da pressão arterial, contribuindo para o fracasso no desmame³⁰. Mecanismos compensatórios às alterações induzidas pelo desmame são também produzidas no SNA, este equilíbrio pode ser avaliado por meio da VFC⁴.

A baixa VFC foi associada com aumento da morbidade e mortalidade⁴. Shen et al⁸ descrevem a redução da VFC em um grupo de pacientes que evoluíram com falha no desmame, comparando o grupo de sucesso e falha no desmame não observou-se alterações nos componentes da VFC em valores absolutos quando retirada a ventilação assistida para o modo PSV⁸.

Durante o desmame a estimulação simpático-adrenal resultaria na atividade ineficiente do SNA, assim o aumento no componente BF, mas há indícios que esse componente tenha influência simpática e parassimpática. A AF da VFC tende a diminuir com a elevação da frequência respiratória e decréscimo do volume corrente⁸.

Frazier et al³⁰ estudando a VFC em um grupo de cães sem alterações cardíacas encontraram aumento significativo do componente BF com redução da influência do componente AF quando associaram PSV e pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP). Nesse estudo a PSV gerou um aumento do DC sem alterar a VFC.

Guntzel et al⁶ não verificaram mudanças nos componentes da VFC comparando os métodos PSV e TT. Os autores relatam que durante o uso de TT ocorreu aumento na frequência respiratória e cardíaca com queda da saturação periférica de O₂ em relação a PSV.

Percebe-se com isso que a investigação sobre a VFC é um instrumento de avaliação importante para evolução do desmame ventilatório e pode auxiliar na escolha do método utilizado para retirada da VM. Com a elaboração de melhores estudos mudanças nos componentes da VFC podem vir a ser utilizado como parâmetro para a não evolução do desmame, resguardando o progresso clínico do paciente.

Conclusão

O desmame ventilatório pode causar disfunções autonômicas e cardiorrespiratórias que dificultam esta estratégia, tornando importante aos profissionais envolvidos nesse processo a avaliação e conhecimento dessas alterações para minimizar danos aos pacientes.

As implicações hemodinâmicas durante o desmame tem sido bem registradas, mas apesar destes indícios, há poucos de estudos que investiguem as alterações que o desmame ventilatório provoca no sistema nervoso autônomo e novos estudos devem ser feitos a fim de esclarecer esse mecanismo, bem como para determinar os níveis de segurança da VFC que permitem a progressão do desmame ventilatória de maneira segura.

Referências Bibliográficas

1. Goldwasser R, *et al.* III Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica - Desmame e interrupção da ventilação mecânica *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, 2007; 33(Suppl 2):128-136, 2007.
2. Pantoni CBF, *et al.* Acute application of Bilevel positive airway pressure influences the cardiac autonomic nervous system. *Clinics*, 2009; 64(11):1085-92.
3. Esteban A, *et al.* A comparison of four methods of weaning patients from mechanical ventilation. Spanish Lung Failure Collaborative Group. *N Engl J Med*, 1995; 332:345-350.
4. Franzier, Susan k. Cardiovascular Effects of Mechanical Ventilation and Weaning. *Nurs Clin N Am* 43 (2008) 1–15
5. Güntzel, Adriana Meira. O efeito do tubo T e da pressão suporte sobre variáveis cardiorrespiratórias e variabilidade da frequência cardíaca durante o desmame da ventilação mecânica [TESE]. Rio grande do Sul: Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde: Cardiologia e Ciências Cardiovasculares.2007
6. Machado MGR. Bases da fisiologia respiratória: terapia intensiva e reabilitação Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.Pgs.:226-230
7. Alía I, Esteban A. Weaning from mechanical ventilation. *Crit Care*, 2000;4:72-80.
8. Shen HN, *et al.* Changes of Heart Rate Variability During Ventilator Weaning. *Chest* 2003; 123(4): 1222-1228
9. Kienzle MG, *et al.* Clinical, hemodynamic and sympathetic neural correlates of heart rate variability in congestive heart failure. *Am J Cardiol* 1992; 69: 761-767

10. Sriavasta S, *et al.* Myocardial ischemia and weaning failure in patients with coronary artery disease: an update. *Crit Care Med.* 1999 Oct;27(10):2109-12.
11. El-Khatib MF, Bou-Khalil P. Clinical review: liberation from mechanical ventilation. *Crit Care.* 2008; 12(4): 221.
12. Monnet X, *et al.* Cardiopulmonary interactions in patients with heart failure. *Curr Opin Crit Care.* 2007 Feb;13(1):6-11.
13. Aubert AE, Seps B, Beckers F. Heart rate variability in athletes. *Sports Med.* 2003;33(12):889-919.
14. Schmidt H, *et al.* Autonomic dysfunction predicts mortality in patients with multiple organ dysfunction syndrome of different age groups. *Crit Care Med.* 2005 Sep;33(9):1994-2002.
15. Pinsky MR. Heart–lung interactions. *Curr Opin Crit Care.* 2007; 13:528–531
16. Barbas CSV *et al.* Interação cardiopulmonar durante a ventilação mecânica. *Rev. Soc. Cardiol. Estado de São Paulo*;8(3):406-19, maio 1998.
17. Shekerdemian L, Bohn D. Cardiovascular effects of mechanical ventilation. *Arch Dis Child.* 1999;80:475–480
18. Vanderlei LCM, *et al.* Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica *Rev Bras Cir Cardiovasc* 2009; 24(2): 205-217

19. Acharya U R *et al.* Heart rate variability: a review. *Med Bio Eng Comput* 2006;44(12):1031-51.
20. Paschoal MA, Petrelluzzi KFS, Gonçalves NVO. Controle autonômico cardíaco durante a execução de atividade física dinâmica de baixa intensidade. *Rev Soc Cardiol.* 2003;13(5 suppl A):1-11.
21. Pumpura J, *et al.* Functional assessment of heart rate variability: physiological basis and practical applications. *Int J Cardiol.* 2002;84(1):1-14.
22. Boles, J. M. *et al.* Weaning from mechanical ventilation. *Eur Respir J* 2007; 29: 1033–1056.
23. Goldwasser RS, David CM. Desmame da Ventilação Mecânica: Promova uma Estratégia. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva.* 2007;19:1:107-112
24. Esteban A, *et al.* Modes of Mechanical Ventilation and Weaning : A National Survey of Spanish Hospitals. *Chest* 1994;106:1188-1193
25. Hess D. Ventilator Modes Used in Weaning. *Chest.* 2001 Dec;120(Suppl): 474-6S
26. Meade M *et al.* Predicting Success in Weaning From Mechanical Ventilation. 2001;120;400S-424S *Chest*
27. Chatila W, *et al.* Cardiac ischemia during weaning from mechanical ventilation. *Chest.* 1996 Jun;109(6):1577-83.
28. Frazier SK, *et al* Prevalence of myocardial ischemia during mechanical ventilation and weaning and its effects on weaning success. *Heart Lung.* 2006 Nov-Dec;35(6):363-73.
29. Schifelhain LMO. Alterações cardiorrespiratorias nos pacientes em desmame da ventilação mecânica: Contribuição do ecocardiograma [Tese]. Santa Maria- RS: Programa de Pós-Graduação em Medicina: Ciências Médicas. 2008
30. Frazier SK, Moser DK, Stone KS. Heart rate variability and hemodynamic alterations in canines with normal cardiac function during exposure to pressure support, continuous positive

airway pressure, and a combination of pressure support and continuous positive airway pressure. *Biol Res Nurs.* 2001 Jan;2(3):167-74.

