

Artigo original

Assistência ventilatória ajustada neuralmente

Neurally adjusted ventilatory assist

Denis Sakurai¹, Rogério Kanzato¹**RESUMO**

O objetivo da ventilação mecânica no quadro agudo é “ganhar tempo” para dar ao paciente a chance de se recuperar. Ao longo dos últimos anos, houve muitas discussões sobre o potencial de morbidade e mortalidade associadas ao excesso de assistência ou a suporte ventilatório insuficiente. Evidências sugerem que a assincronia paciente-ventilador pode ser um prenúncio de maus resultados no tratamento do paciente. O ventilador ideal deveria ser capaz de captar a atividade do centro respiratório neural e usar essa medida para selecionar um satisfatório volume corrente. Atualmente, ainda não é possível esse registro diretamente do centro respiratório dos pacientes.

O modo *neurally adjusted ventilatory assist* (NAVA, assistência ventilatória ajustada neuralmente), através da captação da atividade elétrica do diafragma, chega próximo a isso. Esse modo presta assistência pressórica na proporção da atividade elétrica do diafragma através de um fator de ganho chamado nível de NAVA, que converte a atividade elétrica do diafragma em pressão de auxílio ao paciente.

Estudos indicam que o modo NAVA tem grande potencial como ferramenta de monitorização do sistema respiratório, limitando o risco de sobreassistência, diminuindo o tempo de resposta do equipamento, minimizando a assincronia paciente-ventilador; tendo característica de ventilação protetora e respeitando a variabilidade do padrão respiratório.

Descritores: Suporte ventilatório interativo; Respiração artificial; Músculos respiratórios.

ABSTRACT

The goal of mechanical ventilation in the acute setting is to “buy time” to give a patient a chance to recover. The ideal ventilator would not damage the respiratory muscles or lung parenchyma. In recent years, we have become increasingly aware of the potential morbidity and mortality associated with overzealous or insufficient ventilatory support. In addition, accumulating evidence suggests that patient-ventilator asynchrony is a harbinger of a poor outcome. To overcome the problems of excessive (or insufficient) support and asynchrony, an ideal ventilator should be able to monitor the activity of the respiratory neural system and use that information to select a satisfactory tidal volume. Currently, it is not feasible to monitor the activity of the respiratory centers in patients.

The newly introduced neurally adjusted ventilatory assist (NAVA) mode, in which the electrical activity of the diaphragm is monitored, is nearly ideal. Through the use of a gain factor, set by the clinician, which translates a given level of electrical activity of the diaphragm into a specific level of pressure support, NAVA provides pressure support that is proportional to that activity. This principle leads to a number of benefits in comparison with other ventilation modes.

Studies indicate that NAVA has great potential as a tool for monitoring the respiratory system, because it reduces the risk of excessive support and has a faster response time, minimizing patient-ventilator asynchrony. The NAVA mode is characteristic of protective ventilation and allows greater variability of the ventilatory pattern.

Keywords: Interactive ventilatory support; Respiration, artificial; Respiratory muscles.

1. MAQUET do Brasil Ltda., Critical Care, São Paulo (SP) Brasil.

Não há qualquer conflito de interesse entre os autores.

Endereço para correspondência: Denis Sakurai. MAQUET do Brasil Ltda., Critical Care, Rua Tenente Alberto Spicciati, 200, Barra Funda. CEP: 01140-130, São Paulo, SP, Brasil. Tel. 55 11 2608-7401. Fax: 55 11 2608-7410. E-mail: d.sakurai@maquet.com. Homepage: <http://www.maquet.com.br>.

INTRODUÇÃO

O modo de ventilação mecânica assistida, conhecido como *neurally adjusted ventilatory assist* (NAVA, ventilação assistida ajustada neuralmente), é relativamente novo e é baseado na utilização do sinal obtido da ativação elétrica do diafragma (Edi, do inglês *electric activity of the diaphragm*) para o controle da ventilação. A Edi representa diretamente o impulso ventilatório central e reflete a duração e a intensidade com que o paciente deseja ventilar. Para o registro da Edi, o sistema utiliza uma configuração de dez eletrodos esofágicos incorporados em série na parte distal do cateter NAVA (Figura 1). A Edi pode ser captada em qualquer modo ventilatório, inclusive em estado de espera, sendo uma ferramenta importante na monitorização respiratória. Durante a NAVA, a assistência inspiratória mecânica inicia-se no momento em que o centro respiratório o demanda, e o disparo é independente de qualquer componente pneumático. Por ser um modo que trabalha em sincronia com a excitação do diafragma e o ventilador efetivamente utiliza este mesmo sinal, há uma diminuição no tempo de resposta do equipamento (em torno de 50 ms), favorecendo o acoplamento neuroventilatório. Durante a inspiração, a pressão fornecida é proporcional à Edi, e a pressurização inspiratória cessa quando a ativação neural da musculatura diafragmática apresenta uma queda após atingir um valor máximo. Pelas suas características, o modo NAVA oferece um novo foco conceitual à ventilação mecânica, melhorando significativamente a interação entre paciente e ventilador, e pode otimizar efetivamente a descarga muscular durante a ventilação assistida, estando disponível para todas as categorias de pacientes (neonatal, pediátrico e adulto).

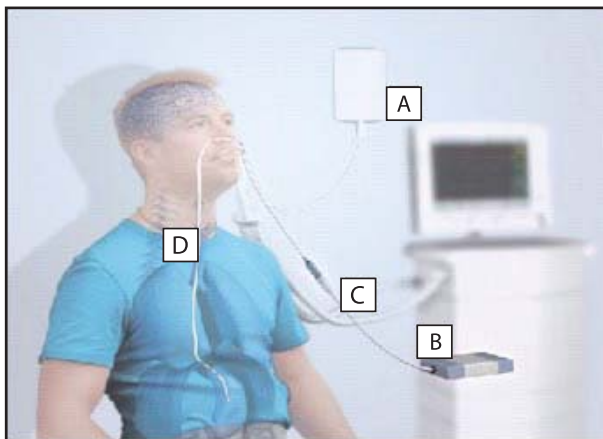


Figura 1 - Acessórios utilizados no modo de ventilação assistida ajustada neuralmente. A, software instalado no servo; B, módulo; C, cabo; e D, cateter. Figura cedida pela Maquet do Brasil Ltda.

Usando o próprio *drive* respiratório do paciente, o modo NAVA controla o tempo e a quantidade de assistência do ventilador. Ao contrário dos modos convencionais que ditam o *drive* respiratório do paciente, o modo NAVA permite, através da retroali-

mentação respiratória inerente ao paciente, informar ao ventilador o que o paciente deseja. Isso facilita o uso do ventilador mecânico, uma vez que o clínico não precisa mais estimar os parâmetros de uso, pois o próprio paciente as define. O critério de ciclagem varia de 40-70% do pico de Edi captado (ajustado automaticamente), e o disparo pode ocorrer ou por *trigger* pneumático ou por *trigger* neural (aquele que for detectado primeiro abre a válvula inspiratória), como pode ser visto na Figura 2 (1).

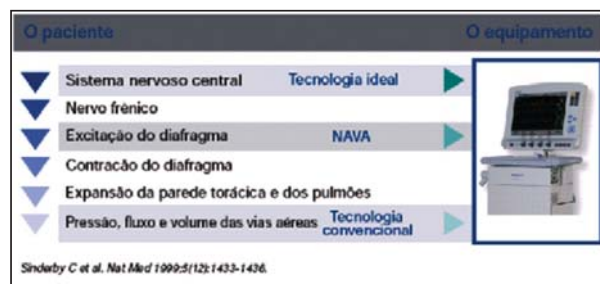


Figura 2 - Descrição do acoplamento neuroventilatório, com os passos necessários para transformar o *drive* respiratório central em inspiração, tanto na tecnologia convencional, quanto na tecnologia NAVA. (19)

A curva Edi pode ser monitorada em tempo real e à beira do leito. Uma vez que sua monitorização também é possível durante os modos ventilatórios convencionais, ela permite ao clínico questionar se seu paciente está respirando em todos os ciclos ou se estão ocorrendo esforços ineficazes, ou seja, se o paciente está realizando esforços que não estão sendo convertidos em liberação de fluxo inspiratório. O valor dessa ferramenta está na monitorização da respiração espontânea do paciente, podendo culminar em diminuição do tempo de ventilação mecânica. Pela simples monitorização da presença do *drive* respiratório neural, também se torna possível ajustar o nível de sedação e os níveis de assistência ventilatória. As respostas respiratórias do paciente aos diferentes desafios podem ser monitoradas e, com isso, pode-se verificar se os reflexos respiratórios apropriados estão funcionando. Um exemplo: reduzindo o nível da pressão de suporte, é esperado um aumento no *drive* respiratório do paciente.

Se compararmos a curva Edi com a curva de pressão, temos a capacidade de monitorar a interação paciente-ventilador e ajustar os parâmetros para otimizar a sincronia, por exemplo, alterando o *trigger* ou critério de ciclagem (2).

EVIDÊNCIAS EXPERIMENTAIS E CLÍNICAS

Recentes estudos em pacientes adultos (3,4) e crianças (5) intubadas mostraram que a assincronia paciente-ventilador é mais comum do que se pensava. Consequências adversas dessa assincronia incluem necessidade de aumento da sedação ou até mesmo uso de paralisantes musculares (6,7); aumento da pressão

transpulmonar (8), causando injúria pulmonar (9); e interferência ao padrão respiratório natural (5,10,11). Essas consequências acarretam um aumento do tempo de permanência em ventilação mecânica (4).

A sincronia entre paciente-ventilador apresenta dois componentes importantes: o tempo de assistência (início e final da respiração) e a quantidade de assistência a cada ciclo, que varia de acordo com a demanda requerida pelo paciente. A partir do momento em que o ventilador e o paciente recebem a mesma informação do sistema nervoso central, o modo NAVA está sempre sincronizado em relação ao tempo e ao esforço do paciente. Colombo et al. recentemente relataram que a ventilação no modo pressão de suporte está associada com graves assincronias em 36% dos pacientes, enquanto a prevalência dessas em NAVA foi nula (12). Em bebês prematuros, Beck et al. demonstraram que o *drive* respiratório foi adequado para controlar o modo NAVA, e esse enviou assistência na proporção aos esforços dos pacientes. Já a ventilação convencional forneceu assistências fixas, não levando em conta a demanda do paciente (13). Esse diferencial do modo NAVA, cuja resposta ocorre imediatamente à captação da demanda do paciente, pode ter o potencial benéfico de permitir ao bebê recrutar seu próprio pulmão.

Estudos recentes em humanos compararam o modo NAVA a outros modos ventilatórios convencionais, mostrando que os pacientes, mesmo após 3 h de ventilação em NAVA, optam por volumes correntes (V_T) de aproximadamente 6 ml/kg, que é similar ao modo pressão de suporte ou pressão controlada inicialmente utilizados. Não houve aumento na taxa de dióxido de carbono, nem alterações nos níveis de pH. Entretanto, o nível de pressão média de via aérea diminuiu em 4-5 cmH₂O, e a Edi dobrou seu valor, mostrando que o modo NAVA é uma promessa para limitar o risco de sobreassistência (14,15). Uma vez que o grau de assistência varia de acordo com a variação da Edi, ou seja, de acordo com a demanda ventilatória do paciente, minimizamos a possibilidade de sobreassistência, que pode gerar atrofia muscular e assincronia, ou de subassistência, que pode gerar desconforto respiratório. O comando da ventilação fica a cargo do próprio paciente. Com a elevada variabilidade nos processos patológicos, a aplicação de valores fixos de parâmetros ventilatórios, como, por exemplo, o nível pressórico de assistência, torna improvável proporcionar a melhor assistência em todos os momentos da ventilação.

Em outro estudo realizado em coelhos, comparou-se o modo NAVA com o modo volume controlado (animal paralisado) utilizando V_T de 6 ml/kg e 15 ml/kg. O nível de *positive end-expiratory pressure* (PEEP, pressão expiratória final positiva) ajustada foi de 1 cmH₂O nos coelhos ventilados com V_T de 15 mL/kg e conforme a hemodinâmica para os coelhos ventilados em NAVA ou no modo volume controlado com V_T de 6 ml/kg. Foi observado que, em NAVA, os coelhos apresentaram V_T

menor ($3,1 \pm 0,9$ ml/kg), assim como relação PaO₂/FiO₂, frequência respiratória e PaCO₂ maiores quando comparados aos coelhos ventilados com 6 ml/kg. Quando comparados em relação aos mediadores inflamatórios, os coelhos em NAVA com V_T de 6 ml/kg apresentaram menores índices quando comparados aos coelhos que foram ventilados com 15 ml/kg. Através daquele estudo, foi possível concluir que coelhos anestesiados, quando ventilados em modo NAVA, apresentam resultados tão efetivos quanto àqueles ventilados no modo volume controlado com baixo V_T , prevenindo a lesão pulmonar induzida por ventilação mecânica e a inflamação de órgãos à distância (16).

Quando comparado ao modo pressão de suporte, o NAVA também apresentou maior variabilidade do padrão respiratório e complexidade do fluxo. Estudos em animais demonstraram os benefícios desse modelo de respiração sobre a troca gasosa, a mecânica respiratória e a estrutura pulmonar durante injúria pulmonar (17-21). Em humanos, essas observações apóiam a idéia de que o aumento da variabilidade respiratória realmente traz benefícios durante a ventilação mecânica, uma vez que a respiração normal em humanos é bastante variável, mesmo durante condições de repouso. Outro fato importante é que estudos comprovaram que aumentos nos níveis de assistência no NAVA não produzem grande aumento de V_T ou exacerbação da assincronia, como ocorrem no modo pressão de suporte quando ventilamos pacientes com síndrome do desconforto respiratório agudo (22). Esses dados são importantes à medida que os estudos sugerem uma conscientização na utilização de doses de sedação em ambientes de unidades de terapia intensiva a fim de permitir uma maior interação do paciente em relação à ventilação mecânica.

Em outro estudo realizado em humanos submetidos a procedimentos cirúrgicos (em sua maioria, cirurgia abdominal) utilizou-se ventilação no modo pressão de suporte e NAVA por 24 h. Uma vez que o modo NAVA não é um padrão monótono de ventilação, os pacientes, quando ventilados nesse modo, apresentaram relação PaO₂/FiO₂ (264 ± 71 mmHg vs. 230 ± 75 mmHg) significativamente maior e V_T menor (6,5 ml/kg vs. 7,0 ml/kg de peso ideal). A variabilidade da pressão de via aérea, do V_T e do volume minuto também foi significativamente maior em NAVA que em pressão de suporte, comprovando os estudos anteriores (23).

A curva Edi apresenta duas fases distintas — fásica e tônica. A atividade fásica corresponde à atividade requerida para superar a carga respiratória, ou seja, diz respeito ao esforço inspiratório. Ela aumenta conforme haja um aumento no esforço e diminui quando o sistema nervoso informa ao diafragma para cessar o esforço inspiratório. A atividade tônica, que recentemente foi descrita em bebês, representa a atividade do diafragma após a expiração e é uma resposta mediada pelo nervo vago, respondendo às reduções nos volumes

pulmonares, com a finalidade de prevenir colapso alveolar. Ao aplicar PEEP em bebês intubados, esses apresentaram diminuições na Edi tônica, permitindo, assim, maior descanso entre as atividades fásicas (24).

Em um estudo da resposta da Edi em relação a variações de PEEP, foram comparados coelhos vagotomizados e não vagotomizados em relação à Edi fásica e tônica, assim como a níveis pressóricos. Os coelhos foram submetidos à lesão pulmonar induzida por ácido clorídrico e ventilados em NAVA. Durante 4 h, foram submetidos a mudanças de PEEP, e os dados eram colhidos a cada hora. Nos coelhos não vagotomizados, depois da lesão pulmonar, PEEP de 0 cmH₂O resultou em alta atividade tônica e nenhuma alteração visível de atividade fásica. Aumentando a PEEP, reduziu-se a atividade tônica, mas houve aumento da atividade fásica. Aumentando o ganho de NAVA, reduziu-se a atividade fásica para quase metade, e o V_T manteve-se em 4-5 ml/kg, sem alteração da frequência respiratória. Já nos coelhos vagotomizados, a lesão pulmonar não alterou a atividade tônica, mas a atividade fásica e o V_T aumentaram várias vezes quando comparados aos coelhos não vagotomizados. Após 4 h de ventilação em NAVA, houve restauração do padrão ventilatório e de esforços neurais e mecânicos para níveis antes da lesão pulmonar. Foi possível concluir que a lesão pulmonar aguda pode causar um padrão de ativação diafragmática atípica mediada pelo nervo vago em coelhos respirando espontaneamente. A titulação de PEEP facilita o desenvolvimento da Edi fásica e, aumentando-se o ganho de NAVA, pode-se eficientemente manter a descarga dos músculos respiratórios sem ofertar excessivo V_T em coelhos com função vagal intacta (25).

REFERÊNCIAS

1. Sinderby. C, Beck. Jennifer. Neurally adjusted ventilatory assist for infants in critical condition. *Pediatric Health*. 2009; 3(4): 297-301.
2. Sinderby. C, Beck. Jennifer. Neurally adjusted ventilatory assist for infants in critical condition. *Pediatric Health*. 2009; 3(4): 297-301.
3. Beck J, Gottfried SB, Navalesi P, Skrobik Y, Comtois N, Rossini M, et al. Electrical activity of the diaphragm during pressure support ventilation in acute respiratory failure. *Am J Respir Crit Care Med*. 2001; 164:419-424.
4. Thille AW, Rodriguez P, Cabello B, Lellouche F, Brochard L. Patient-ventilator synchrony during assisted mechanical ventilation. *Intensive Care Med*. 2006; 32:1515-1522.
5. Beck J, Tucci M, Emeriaud G, Lacroix J, Sinderby C. Prolonged neural expiratory time induced by mechanical ventilation in infants. *Pediatr Res*. 2004; 55:747-754.
6. Stark AR, Bascom R, Frantz ID III. Muscle relaxation in mechanically ventilated infants. *J Pediatr*. 1979; 94:439-443.
7. Henry GW, Stevens DC, Schreiner RL, Grosfeld JL, Ballantine TV. Respiratory paralysis to improve oxygenation and mortality in large newborn infants with respiratory distress. *J Pediatr Surg*. 1979; 14:761-767.
8. Greenough A, Wood S, Morley CJ, Davis JA. Pancuronium prevents pneumothoraces in ventilated premature babies who actively expire against positive pressure inflation. *Lancet*. 1984; 1:1-3.
9. Tremblay LN, Slutsky AS. Ventilator-induced injury: from barotraumas to biotrauma. *Proc Assoc Am Physicians*. 1998; 110:482-488.
10. Younes M, Kun J, Webster K, and Roberts D. Response of ventilator-dependent patients to delayed opening of exhalation valve. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002; 166:21-30.
11. Kondili E, Prinianakis G, Anastasaki M, Georgopoulos D. Acute effects of ventilator settings on respiratory motor output in patients with acute lung injury. *Intensive Care Med*. 2001; 27:1147-1157.
12. Colombo D, Cammarota G, Bergamaschi V. Physiologic response to varying levels of pressure support and neurally adjusted ventilatory assist in patients with acute respiratory failure. *Intensive Care Med*. 2008; 34: 2010 - 2018.
13. Beck J, Reilly M, Grasseli G. Patient-ventilator interaction during neurally adjusted assist in low birth weight infants. *Pediatr.Res*. 2009; 65 (6): 663-668.
14. Sinderby C, Navalesi P, Beck J, Skrobik Y, Comtois N, Friberg S, et al. Neural control of mechanical ventilation

NAVA NA AMÉRICA LATINA

Há pouco menos de três anos iniciou-se a experiência com o modo NAVA na América Latina, onde uma população de aproximadamente 120 pacientes foi ventilada, desde neonatos até adultos. Em sua maioria, essa população foi composta de pacientes adultos, portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica em fase de desmame ventilatório. Observaram-se ao longo dessa prática dois fatos que se repetiram com muita frequência nessa população: a sobreassistência ventilatória no modo ventilatório utilizado anteriormente ao modo NAVA (em geral, modo pressão controlada ou pressão de suporte) e a melhora da oxigenação após algumas horas de ventilação em NAVA, utilizando-se o mesmo nível de PEEP do modo anterior.

Em relação ao uso da Edi como monitorização, isso deve ser mais bem estudado para o auxílio na extubação ou reintubação, assim como no ajuste do nível da pressão inspiratória a ser utilizado na ventilação não invasiva (pós-extubação).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Acredita-se que, com o modo NAVA e incluindo a monitorização da Edi, abre-se uma nova perspectiva no campo científico, contribuindo de forma significativa na área assistencial ventilatória do paciente crítico, tanto na redução do tempo de ventilação mecânica, quanto na manutenção de uma ventilação protetora.

Todavia, em se tratando de um novo modo ventilatório, necessita-se de estudos clínicos randomizados e multicêntricos para validar ou corroborar as impressões clínicas iniciais.

- in respiratory failure. *Nat Med.* 1999; Dec; 5(12):1433-6.
15. Terzi N, Pelieu I, Guittet L, Ramakers M, Seguin A, Daubin C et al . Neurally adjusted ventilatory assist in patients recovering spontaneous breathing after acute respiratory distress syndrome: Physiological evaluation. *Crit Care Med.* 2010; Vol. 38, No. 9.
 16. Brander L, Sinderby C, Lecomte F, Leong-Poi H, Bell D, Beck J, et al. Neurally adjusted ventilatory assist decreases ventilator-induced lung injury and non-pulmonary organ dysfunction in rabbits with acute lung injury. *Intensive Care Med.* 2009; 35:1979–1989.
 17. Suki B, Alencar AM, Sujeer MK, Lutchen KR, Collins JJ, Andrade JS Jr, et al. Lifesupport system benefits from noise. *Nature.* 1998; 393:127– 8.
 18. Arold SP, Mora R, Lutchen KR, Ingenito EP, Suki B. Variable tidal volume ventilation improves lung mechanics and gas exchange in a rodent model of acute lung injury. *Am J. Respir Crit Care Med.* 2002; 165:366 –71.
 19. Spieth PM, Carvalho AR, Guldner A, Pelosi P, Kirichuk O, Koch T, de et al. Effects of different levels of pressure support variability in experimental lung injury. *Anesthesiology.* 2009; 110:342–50.
 20. Gama de Abreu M, Spieth PM, Pelosi P, Carvalho AR, Walter C, Schreiber-Ferstl A, et al. Noisy pressure support ventilation: A pilot study on a new assisted ventilation mode in experimental lung injury. *Crit Care Med.* 2008; 36:818 –27.
 21. Spieth PM, Carvalho AR, Pelosi P, Hoehn C, Meissner C, Kasper M, et al. Variable tidal volumes improve lung protective ventilation strategies in experimental lung injury. *Am J Respir Crit Care Med.* 2009; 179:684 –93.
 22. Schmidt M, Demoule A, Cracco C, Gharbi A, Fiamma M, Straus C. Neurally Adjusted Ventilatory Assist Increases Respiratory Variability and Complexity in Acute Respiratory Failure. *Anesthesiology.* 2010; V 112 • No 3 March 2010.
 23. Coisel Y, Chanques G, Jung B, Constantin J, Capdevila X, Matecki S et al. Neurally Adjusted Ventilatory Assist in Critically Ill Postoperative Patients: A Crossover Randomized Study. *Anesthesiology.* 2010; 113:925–35.
 24. Emeriaud G, Beck J, Tucci M, Lacroix J, Sinderby C. Diaphragm electrical activity during expiration in mechanically ventilated infants. *Pediatr.Res.* 2006; 59, 705-710.
 25. Allo J, Beck J, Brander L, Brunet F, Slutsky A, Sinderby C. Influence of neurally adjusted ventilatory assist and positive end-expiratory pressure on breathing pattern in rabbits with acute lung injury. *Crit Care Med.* 2006; Vol. 34, No. 12.