



Pressão positiva contínua nas vias aéreas: modo ventilatório¹

Continuous positive airway pressure: mode of ventilation

Silvia Maria de Toledo Piza SOARES²

Rosmari Aparecida Rosa Almeida de OLIVEIRA²

Desanka DRAGOSAVAC³

RESUMO

Objetivo

Avaliar se a pressão positiva contínua nas vias aéreas promove alterações fisiológicas nas variáveis respiratórias que a caracterizam como um modo ventilatório e compará-las com a pressão de suporte.

Métodos

Trata-se de um estudo prospectivo com 39 indivíduos adultos saudáveis, voluntários, realizado em um hospital universitário terciário. Todos os voluntários foram monitorizados em respiração espontânea com o monitor CO₂SMO - Dixtal. Posteriormente, o modo pressão de suporte foi ajustado em 5cmH₂O acima da pressão positiva expiratória final (de igual valor). Após sete dias, os indivíduos foram submetidos aos mesmos procedimentos, porém com a aplicação de pressão positiva contínua nas vias aéreas de 7cmH₂O. O ventilador utilizado foi da marca Dragër, modelo Savina®.

¹ Artigo elaborado a partir da dissertação de S.M.T.P. SOARES, intitulada "Estudos comparativo do perfil respiratório com dois modos de ventilação mecânica não invasiva em voluntários saudáveis: pressão de suporte positiva contínua nas vias aéreas". Universidade Estadual de Campinas; 2003.

² Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Centro de Ciências da Vida, Faculdade de Fisioterapia. Av. John Boyd Dunlop, s/n., Prédio Administrativo, Jd. Ipaussurama, 13060-904, Campinas, SP, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: S.M.T.P. SOARES. E-mail: <stpsoares@terra.com.br>.

³ Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Médicas, Departamento de Cirurgia e Unidade de Terapia Intensiva. Campinas, SP, Brasil.

Resultados

Dentre as variáveis respiratórias, foram observados aumento nos volumes minuto e minuto alveolar, nos picos de fluxo inspiratório e expiratório e na saturação periférica de oxigênio. O volume corrente foi similar com ambos os modos, porém o gás carbônico expirado foi menor na pressão de suporte, quando comparado com a respiração espontânea. Isto pode ser justificado pelo aumento na frequência respiratória nesse modo.

Conclusão

Em voluntários saudáveis, a pressão positiva contínua nas vias aéreas induz a variações fisiológicas similares nos parâmetros respiratórios, tais como a pressão de suporte, quando a pressão média das vias aéreas é correspondente. Se o critério considerado para modalidade ventilatória é a variação no volume corrente e frequência respiratória, dentre outras variáveis, pode-se concluir que a pressão positiva contínua nas vias aéreas é um tipo de modo ventilatório.

Termos de indexação: Fisiologia respiratória. Pressão positiva contínua nas vias aéreas. Respiração artificial.

ABSTRACT

Objective

The objective of this study was to assess if continuous positive airway pressure promotes physiological changes in the respiratory variables that characterize it as a mode of ventilation and compare it with pressure support ventilation.

Methods

This is a prospective study with 39 adult, healthy volunteers done in a tertiary university hospital. All volunteers were monitored while breathing spontaneously with the monitor CO₂S_{MO} - Dixtal. Later, the pressure support mode was adjusted in 5cmH₂O above the positive end-expiratory pressure (of same value). After seven days, the individuals were submitted to the same procedures, however with application of a continuous positive airway pressure of 7cmH₂O. The ventilator brand was Dragër, model Savina®.

Results

The following respiratory variables increased: minute volume, alveolar minute volume, peak inspiratory and expiratory flows and saturation of peripheral oxygen. Tidal volume was similar in both modes but expired carbon dioxide was smaller during pressure support when compared with spontaneous breathing. This may be explained by the increased respiratory rate in this mode.

Conclusion

In healthy volunteers, continuous positive airway pressure induces similar physiological variations in respiratory parameters, such as pressure support when mean airway pressure corresponds. If the criterion considered for mode of ventilation is variation in tidal volume and respiratory rate among other variables, one can conclude that continuous positive airway pressure is a type of mode of ventilation.

Indexing terms: *Respiratory physiology. Continuous positive airway pressure. Respiration artificial.*

INTRODUÇÃO

A pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP) é um recurso ventilatório caracterizado pela manutenção de uma pressão constante durante todo o ciclo respiratório. O aumento da capacidade residual funcional e a abertura de alvéolos propiciados por este recurso resultam na redução do *shunt* pulmonar, melhora da oxigenação e da complacência pulmonar, com conseqüente redução do trabalho respiratório¹. Esses benefícios foram encontrados em pacientes com edema pulmonar cardiogênico^{2,3}, no período pós-operatório de cirurgia torácica e abdominal⁴, portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica⁵, asmáticos⁶, insuficiência respiratória não hipercápnica⁷ e apnéia obstrutiva do sono⁸.

A CPAP, quando aplicada na forma de ventilação mecânica não invasiva, pode reduzir o número de intubações, o trabalho respiratório, melhorar as trocas gasosas e prevenir complicações pulmonares^{9,10}. No entanto, ela não é tida como um modo convencional de ventilação mecânica, pois o paciente não é assistido durante a fase inspiratória do ciclo respiratório⁹. O volume corrente depende do esforço inspiratório do paciente e das condições da mecânica respiratória do pulmão e da parede torácica¹¹.

Na interpretação da curva de pressão nas vias aéreas *versus* tempo (Figura 1), observa-se que a pressão positiva mantém-se praticamente constante durante todo o ciclo respiratório. Durante a fase inspiratória ocorre um pequeno descenso no traçado pressórico, que nunca chegará a valores atmosféricos e, também, uma pequena ascensão durante a expiração¹².

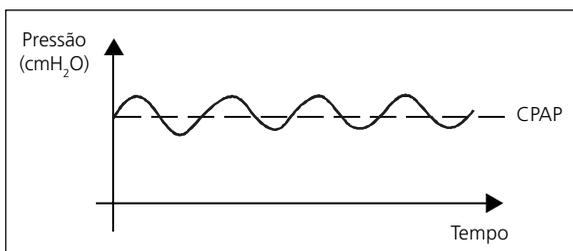


Figura 1. Traçado gráfico da curva de pressão nas vias aéreas *versus* tempo na CPAP.

Nota: cmH₂O= centímetros de água; CPAP= pressão positiva contínua nas vias aéreas.

A CPAP pode ser oferecida por um gerador de fluxo com fonte de gás sob alta pressão ou utilizando um compressor, como no caso dos ventiladores mecânicos convencionais. O importante é a sustentação da pressão constante ao longo do tempo¹³.

Dentre os efeitos respiratórios da CPAP são descritos a melhora na oxigenação, aumento da capacidade vital e da capacidade residual funcional (CRF), melhora do padrão respiratório, com diminuição na frequência respiratória, e redução no *shunt* pulmonar¹⁴⁻¹⁶. Com relação aos desfechos clínicos, a CPAP está associada à menor incidência de infecção nosocomial e menor mortalidade intrahospitalar¹⁰. O III Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica apresenta a CPAP como o procedimento mais recomendado no tratamento da insuficiência respiratória secundária ao edema pulmonar cardiogênico¹¹.

Perante todos os benefícios fisiológicos e clínicos observados com a CPAP, parece estranho não considerá-la um modo ventilatório. A manutenção da pressão constante nas vias aéreas durante a inspiração e expiração, característica da CPAP, parece ser insuficiente para não caracterizá-la como uma forma de assistência ventilatória "verdadeira". Vale lembrar que a ventilação com pressão positiva influencia diferentes variáveis durante o processo ventilatório, modificando as respostas clínicas do indivíduo, e essas alterações estão sujeitas, dentre outros fatores, à programação dos parâmetros ventilatórios, no caso, o valor pressórico¹⁷⁻²².

Portanto, para investigar se a CPAP pode ser considerada uma modalidade ventilatória, parece interessante pesquisar se a mesma promove alterações no comportamento respiratório de indivíduos sem doenças pulmonares de forma similar a outros modos ventilatórios como, por exemplo, o suporte pressórico ou pressão de suporte acrescido de pressão positiva expiratória final (PEEP). Ambas são estratégias ventilatórias de grande aplicabilidade clínica e que, na prática, podem ser utilizadas de forma invasiva e não invasiva.

Assim, este estudo teve por objetivo central verificar se a CPAP promove alterações nas variáveis respiratórias em relação à ventilação espontânea, e se essas mudanças são similares àquelas observadas com a aplicação de pressão de suporte e PEEP, podendo caracterizá-la como modo ou modalidade ventilatória.

MÉTODOS

Este estudo foi aprovado pelo Comitê Institucional de Ética em Pesquisa (protocolo nº 208/2001) e realizado em um hospital universitário terciário na cidade de Campinas (SP), Brasil.

Foram estudados 39 indivíduos saudáveis que preencheram os critérios de inclusão do protocolo, com idade entre 18 e 55 anos e ausência de antecedentes pulmonares clínicos e/ou cirúrgicos. Os critérios de exclusão foram: indivíduos obesos (caracterizado pelo índice de massa corpórea superior a $24,9\text{kg/m}^2$), gestantes, fumantes e ex-fumantes.

Para a monitorização e obtenção do perfil respiratório dos sujeitos da pesquisa foi utilizado o monitor DX 8100, monitor de perfil respiratório CO_2SMO , da marca Dixtal. As variáveis mensuradas foram a frequência respiratória, o volume corrente, o volume minuto total (VMt), a ventilação minuto alveolar total (VMalv), os picos de fluxo inspiratório e expiratório, os tempos inspiratório e expiratório e a pressão positiva expiratória final intrínseca (PEEPi).

A oximetria de pulso (SpO_2) e a frequência cardíaca foram obtidas por meio do monitor CO_2SMO , e a pressão arterial sistêmica foi mensurada de forma intermitente com uma coluna de mercúrio e estetoscópio.

O ventilador microprocessado da Dräger, modelo SAVINA®, foi utilizado para a aplicação da CPAP e do suporte pressórico, ambos não invasivos. A fração inspirada de oxigênio foi ajustada em 0,21.

A pressão de suporte foi programada em $5\text{cmH}_2\text{O}$ acima da PEEP de igual valor ($5\text{cmH}_2\text{O}$). A CPAP foi ajustada em $7\text{cmH}_2\text{O}$, sendo este o valor

de pressão média nas vias aéreas observado com o monitor respiratório CO_2SMO durante a aplicação do modo pressão de suporte com PEEP. Portanto, apesar dos diferentes princípios físicos da pressão positiva contínua nas vias aéreas e da pressão de suporte com pressão positiva expiratória final, o valor de pressão média nas vias aéreas foi similar com ambas as estratégias ventilatórias.

Os sujeitos foram estudados em dois momentos diferentes, com um intervalo de sete dias entre eles. No primeiro momento, cada indivíduo foi colocado sentado em uma poltrona, em ambiente silencioso e orientado quanto à ordem dos procedimentos. A pressão arterial sistêmica foi então verificada e, em seguida, foi adaptado um bucal que permaneceu conectado a um sensor interligado ao monitor CO_2SMO . O oxímetro de pulso, de análise contínua, foi adaptado no dedo indicador da mão direita do indivíduo.

O voluntário foi orientado a respirar tranquilamente, via oral, utilizando os lábios para a total oclusão do bucal, não permitindo vazamentos. A fim de garantir a respiração oral, um prendedor nasal foi ajustado às narinas. O tempo total de registro da monitorização foi de seis minutos, porém somente os últimos cinco minutos foram considerados para o cálculo das médias; o primeiro minuto foi interpretado como período de adaptação ao protocolo. Dessa forma, foi obtido o perfil respiratório de cada indivíduo em respiração espontânea (ESP-1).

Logo após, o voluntário foi adaptado à ventilação mecânica não invasiva, também via bucal, ajustada para o modo suporte pressórico. Um sensor utilizado para a obtenção e registro dos dados permaneceu entre o bucal e a conexão do circuito do respirador. O tempo total de ventilação na modalidade pressão de suporte foi de 11 minutos e, no sexto minuto, foi aferida a pressão arterial sistêmica. Somente os últimos 10 minutos foram considerados para o cálculo das médias; o primeiro minuto foi considerado como período de adaptação ao modo ajustado.

No segundo momento, após sete dias, o indivíduo foi submetido aos mesmos procedimentos, porém o modo ajustado foi a CPAP.

A manutenção das modalidades ventilatórias por 10 minutos foi considerada um tempo suficiente para a obtenção das alterações geradas pela pressão positiva no perfil respiratório dos sujeitos da pesquisa, como reportado por estudos anteriores²³.

Para a análise estatística foi utilizado o programa computacional *SAS System for Windows (Statistical Analysis System)*, versão 8.2. Uma análise descritiva foi realizada por meio de tabelas de frequência para variáveis categóricas e medidas de posição e dispersão para as variáveis contínuas. O teste de Wilcoxon foi utilizado para a comparação de medidas contínuas, realizadas em dois momentos da mesma unidade amostral. O nível de significância adotado foi de 5% ($p < 0,05$).

A pesquisa obedeceu aos critérios de ética em pesquisa com seres humanos conforme a resolução número 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

RESULTADOS

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foi obtido previamente, por escrito, de todos os voluntários participantes da pesquisa.

As variáveis estudadas do perfil respiratório e suas alterações são apresentadas na Tabela 1, com os dados expressos em média (M) e desvio-padrão (DP). Dos 39 sujeitos incluídos na pesquisa, 32 eram mulheres e sete eram homens, com idade M de 27 DP de 5 anos (20 a 46 anos) e índice de massa corporaa M=21,25 e DP=1,4kg/m².

Os perfis respiratórios no primeiro momento (ESP-1) e no segundo momento (ESP-2) foram similares ($p=NS$). Para as comparações dos perfis respiratórios com pressão de suporte (no primeiro momento) e com a CPAP (segundo momento) foram calculadas as diferenças entre a ESP-1 e a pressão de suporte para cada variável estudada, assim como as diferenças entre a ESP-2 e a CPAP.

Padrão respiratório

Volumes pulmonares

O volume minuto total (VMt) e o volume minuto alveolar (VMalv) aumentaram significativamente com a pressão de suporte e a CPAP, quando comparados com a respiração espontânea ($p < 0,0001$). Foi observada diferença significativa entre os dois modos, sendo maior o VMt na pressão de suporte quando comparado com a CPAP, embora o VMalv não tenha sido significativamente diferente entre elas. O volume corrente aumentou significativa-

Tabela 1. Variáveis respiratórias e hemodinâmicas observadas em voluntários sadios em respiração espontânea pré-pressão de suporte (ESP-1) e pré-CPAP (ESP-2), e nos modos pressão de suporte e CPAP. Valores expressos em média (M), desvio-padrão (DP). Hospital das Clínicas, Universidade Estadual de Campinas, 2001.

Variáveis	ESP-1		Pressão de suporte		ESP-2		CPAP		PS vs CPAP <i>p</i> -valor
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	
VMt (L)	7,3	1,8	10,1	3,3*	7,4	1,6	9,1	1,6**	0,030
VMalv (L)	5,6	1,5	8,0	2,8*	5,7	1,5	7,4	2,4**	NS
FR (rpm)	12,6	3,2	14,0	4,3*	13,1	3,3	12,7	3,1	< 0,0001
VC (mL)	614,0	217,0	743,0	234,0*	602,0	215,0	742,0	255,0**	NS
ETCO ₂ (mmHg)	36,8	3,6	28,2	4,4*	37,0	3,4	30,8	4,6**	0,004
PFI (L/min)	30,0	7,4	50,6	12,4*	31,1	8,3	46,2	10,3**	0,001
PFE (L/min)	23,6	8,1	33,4	10,8*	24,7	7,0	32,7	12,5**	NS
FC (bpm)	78,8	11,5	81,1	2,0*	77,3	11,2	79,7	10,2**	NS
PAM (mmHg)	92,3	7,4	91,1	8,6	91,8	7,0	90,4	8,0**	NS
SpO ₂ (%)	97,6	0,6	98,0	0,5*	97,7	0,6	98,0	0,8**	NS
Ti (s)	2,1	0,7	1,8	0,6*	2,0	0,6	2,0	0,7	< 0,0001
Te (s)	3,1	1,1	2,9	1,1	3,0	0,9	3,1	1,1	0,026
PEEPi (cm H ₂ O)	-	-	0,6	0,5	-	-	1,1	1,3	NS

ESP-1 vs ESP-2 ($p=NS$); * pressão de suporte vs ESP-1 ($p < 0,05$); ** CPAP vs ESP-2 ($p < 0,05$); M: média; DP: desvio-padrão; ETCO₂: Gás carbônico exalado final; FC: frequência cardíaca; FR: Frequência respiratória; Vmalv: Volume minuto alveolar; VMt: Volume minuto total; NS: Não significativo; PAM: Pressão arterial média; PEEPi: Pressão positiva expiratória final intrínseca; PFE: Pico de fluxo expiratório; PFI: Pico de fluxo inspiratório; SpO₂: Saturação periférica de oxigênio; Te: Tempo expiratório; Ti: Tempo inspiratório; VC: Volume corrente; vs: versus.

mente com as modalidades pressóricas, quando comparadas à respiração espontânea ($p < 0,0001$).

Frequência respiratória

A frequência respiratória na pressão de suporte foi significativamente maior em relação à respiração espontânea ($p < 0,05$). A redução na frequência respiratória durante a CPAP foi significativa somente em relação à pressão de suporte ($p < 0,0001$).

Picos de fluxo

Os picos de fluxo inspiratório e expiratório aumentaram significativamente com a pressão de suporte e a CPAP em relação à respiração espontânea ($p < 0,0001$). Considerando ambos os modos, o pico de fluxo inspiratório foi mais alto na pressão de suporte ($p = 0,001$).

PEEP intrínseco

Os valores de PEEPi na pressão de suporte e CPAP foram mínimos e similares ($p = \text{NS}$).

Tempos do ciclo respiratório

O tempo inspiratório diminuiu significativamente na pressão de suporte ($p < 0,05$) e aumentou discretamente na CPAP ($p = \text{NS}$), em comparação à respiração espontânea. O tempo inspiratório foi menor na pressão de suporte do que na CPAP ($p < 0,0001$). Da mesma forma, o tempo expiratório diminuiu na pressão de suporte e aumentou na CPAP; entretanto, não houve diferença em relação à respiração espontânea. O tempo expiratório foi significativamente menor na pressão de suporte ($p = 0,026$) do que na CPAP.

Troca gasosa

Saturação periférica de oxigênio

A SpO_2 aumentou significativamente com ambos os modos não invasivos em relação à

respiração espontânea ($p < 0,0001$), mas sem diferença entre eles.

Gás carbônico exalado final

O ETCO_2 diminuiu significativamente tanto com a pressão de suporte como com a CPAP, em relação à respiração espontânea ($p < 0,0001$). Porém, a redução no ETCO_2 foi mais significativa no modo pressão de suporte do que com a CPAP ($p = 0,004$).

Variáveis hemodinâmicas

A frequência cardíaca aumentou discretamente na pressão de suporte e na CPAP quando comparadas à respiração espontânea ($p < 0,05$), sem diferença entre os modos. Por outro lado, foi observada discreta redução na pressão arterial sistêmica média tanto na CPAP como na pressão de suporte, sendo significativa somente na CPAP ($p < 0,05$) e não havendo diferença significativa entre os modos ventilatórios.

DISCUSSÃO

As razões fisiológicas para o ajuste do ventilador mecânico no tratamento de pacientes com insuficiência respiratória convergem em um único sentido: os pulmões devem ser tratados gentilmente²⁴. O conhecimento da doença é chave para o sucesso terapêutico, mas isso não é o suficiente. Na ventilação mecânica, em especial na forma não invasiva, pequenos detalhes fazem muita diferença. Nem todo paciente pode ser tratado com $5\text{cmH}_2\text{O}$ de PEEP e $8\text{cmH}_2\text{O}$ de pressão de suporte, ou qualquer outra combinação específica²⁵. A melhor modalidade é aquela que atende à demanda ventilatória do paciente e que o profissional está mais habilitado a manusear. Logo, entender o funcionamento das modalidades e os respectivos benefícios fisiológicos contribui para minimizar a excessiva pressurização nas vias aéreas, a abertura e o fechamento cíclicos dos alvéolos e conseqüentes

danos na microestrutura pulmonar. Também norteia a escolha entre a forma invasiva ou não invasiva da ventilação mecânica, com base em princípios fisiológicos e benefícios potenciais de cada estratégia ventilatória.

A ventilação com pressão positiva modifica diferentes variáveis do padrão respiratório de indivíduos com função pulmonar normal ou alterada¹⁷⁻²².

Foi observado que a ventilação não invasiva com CPAP e pressão de suporte propiciou aumento nos volumes pulmonares em relação à respiração espontânea. Os incrementos nos volumes minuto alveolar e corrente não mostraram diferença significativa entre os modos aqui estudados. Porém, o volume minuto foi significativamente maior na pressão de suporte do que na CPAP ($p < 0,05$), o que pode ser justificado pelas mudanças na frequência respiratória.

A frequência respiratória permaneceu dentro de valores considerados normais, porém, mesmo tratando-se de indivíduos saudáveis, essa variável alterou-se com a ventilação não invasiva. O número de respirações por minuto foi significativamente maior no modo pressão de suporte, enquanto na CPAP a redução da frequência respiratória não foi relevante.

Por outro lado, em um estudo que compara a CPAP e a pressão de suporte em indivíduos adultos anestesiados os autores observaram maior incremento de volume corrente com a pressão de suporte do que com a CPAP, sem diferença significativa na frequência respiratória²³. Esses resultados foram obtidos, no entanto, com a aplicação da pressão de suporte de 5cmH₂O acima da PEEP de 5cmH₂O e da CPAP com 5cmH₂O, isto é, 2cmH₂O a menos da CPAP ajustada para o estudo aqui descrito.

Corroborando a análise desses achados, em estudo fisiológico da função respiratória de 15 pacientes estáveis, o nível máximo de pressão de suporte foi definido como aquele que propiciasse a menor frequência respiratória para cada paciente, mantida de forma regular. Os resultados mostraram que os maiores níveis de pressão de suporte

promoveram menores frequência respiratória e mais conforto, e que os menores níveis de pressão de suporte resultaram em menores volumes correntes e maiores frequência respiratória²⁶.

Entende-se, portanto, que diferentes níveis pressóricos acarretam diferentes padrões respiratórios, podendo ser observadas alterações no volume corrente e/ou na frequência respiratória²⁷.

No que se refere aos fluxos de ar, os voluntários apresentaram aumento significativo dos picos de fluxos inspiratório e expiratório durante o ciclo respiratório, tanto com a CPAP quanto com a pressão de suporte, em relação à respiração espontânea. Estes achados podem ser explicados pelo aumento de pressão aplicado no sistema respiratório sob a forma de pressão positiva. Em estudos com humanos saudáveis, a aplicação de CPAP promoveu aumento de fluxo inspiratório, que variou conforme o aumento súbito de pressão nas vias aéreas¹⁷. Nesse mesmo estudo, o aumento do fluxo expiratório foi atribuído como resposta ativa ao estresse gerado pela pressão e aumento do volume corrente observado com a CPAP¹⁷. Dessa forma, o aumento do fluxo inspiratório observado com a CPAP e a pressão de suporte foram resultantes da aplicação de 7 e 10cmH₂O na fase inspiratória do ciclo respiratório, respectivamente. Sendo o valor da pressão de suporte superior ao da CPAP, é esperado que o fluxo inspiratório na pressão de suporte seja significativamente maior.

Por outro lado, não foram observadas diferenças significativas no pico de fluxo expiratório entre CPAP e pressão de suporte, o que pode ser justificado pelos similares valores de volume corrente obtidos com ambas as estratégias ventilatórias.

Não foi observada a presença significativa de PEEP intrínseca, apesar dos altos valores de volume corrente alcançados com a ventilação não invasiva. Este achado é atribuído ao fato de que a amostra foi composta por indivíduos saudáveis, sem alterações prévias de mecânica respiratória.

Dentre as demais variáveis respiratórias, os tempos do ciclo respiratório também foram modificados com a pressão de suporte e a CPAP. Na

pressão de suporte, o tempo total do ciclo e os tempos inspiratório e expiratório diminuíram em relação à respiração espontânea, porém com significado estatístico somente no tempo inspiratório ($p < 0,05$). Esses achados são justificados pelo aumento significativo da frequência respiratória ($p < 0,05$) e do fluxo inspiratório observado nesse modo.

Na CPAP, quando comparada com a ventilação espontânea, os resultados revelaram discreto aumento dos tempos inspiratório e expiratório, mas não significativos. Isto pode ser atribuído ao incremento proporcional entre fluxo inspiratório e volume corrente alcançados, sendo que os tempos inspiratórios e a frequência respiratória não foram significativamente diferentes. Resultados como esses são relatados em indivíduos saudáveis, nos quais os parâmetros ajustados no ventilador foram determinantes na frequência respiratória durante a ventilação mecânica¹⁹.

Quanto às trocas gasosas, não eram esperadas alterações significativas na oxigenação dos voluntários, por se tratar de indivíduos saudáveis, no entanto a CPAP e a pressão de suporte resultaram em incremento significativo na SpO_2 . Já em pacientes com edema agudo de pulmão cardiogênico, Park et al.²⁸ obtiveram, em poucos minutos, melhor ganho na oxigenação (avaliada por meio da PaO_2) com a pressão de suporte acrescida de PEEP do que com a CPAP. Após uma hora, entretanto, essa diferença não foi significativa.

Com relação ao gás carbônico, os indivíduos dessa pesquisa apresentaram significativa redução no $ETCO_2$ com as duas estratégias ventilatórias, devido ao aumento do volume minuto. Porém, nota-se que a redução do $ETCO_2$ foi mais acentuada no modo pressão de suporte. Isto pode ser explicado pelo aumento significativo do volume minuto na pressão de suporte quando comparado à CPAP, e a diferença entre os volumes minuto de ambos os modos é justificada pelo aumento na frequência respiratória observado na pressão de suporte.

Por outro lado, no estudo fisiológico de Urbscheit et al., diferentes níveis de pressão positiva contínua aplicados em indivíduos saudáveis acarretaram

a redução da pressão alveolar de CO_2 ²⁹. Os autores atribuíram esse resultado ao aumento da ventilação minuto, uma vez que foram observados aumentos de volume corrente e de frequência respiratória em todos os níveis de CPAP testados.

Não foi objetivo do estudo verificar as repercussões hemodinâmicas da ventilação mecânica não invasiva. As mensurações da frequência cardíaca e pressão arterial foram as variáveis da monitorização cardiovascular estabelecidas no protocolo, a fim de resguardar a segurança e o conforto do voluntário. Nesse sentido, foi observado aumento significativo da frequência cardíaca nos dois modos ventilatórios não invasivos, porém sem diferença entre eles e sem repercussões clínicas. A pressão arterial sistêmica média diminuiu nas duas modalidades, mas também não houve significado estatístico e clínico. Estes achados podem ser atribuídos ao estresse dos pacientes submetidos à ventilação mecânica e à hipocapnia resultante da mesma.

Não existe na literatura a definição do que seria um "verdadeiro" modo ou modalidade ventilatória, nem que parâmetros são necessários para caracterizá-lo como tal. Diante disso, estudar os efeitos da CPAP na fisiologia respiratória em relação à ventilação espontânea e compará-la com outra modalidade, como a pressão de suporte, permite ampliar os conhecimentos acerca da ventilação mecânica e suas repercussões fisiológicas. Deve-se lembrar que as implicações no padrão respiratório são dependentes dos valores de pressão positiva empregados na via aérea do indivíduo. Os resultados aqui obtidos mostraram que, para similares valores de pressão média na via aérea, a principal diferença entre a CPAP e a pressão de suporte foi o aumento de volume minuto na pressão de suporte, justificado pelo aumento da frequência respiratória nessa modalidade.

CONCLUSÃO

As variáveis do perfil respiratório foram alteradas com o uso da CPAP, quando comparadas à respiração espontânea, em indivíduos adultos

sádios. Nessa população, essas alterações nas variáveis respiratórias foram similares àquelas resultantes da aplicação do suporte pressórico acrescido da PEEP, quando o ajuste de pressão média nas vias aéreas foi semelhante em ambas as estratégias. A partir desses requisitos, parece possível considerar a CPAP uma modalidade de ventilação mecânica.

REFERÊNCIAS

1. Branson RD, Hurst JM, Dehaven CB. Mask CPAP: state of the art. *Respir Care*. 1985; 30(9):646-57.
2. Masip J, Roque M, Sánchez B, Fernández R, Subirana M, Expósito FA. Noninvasive ventilation in acute cardiogenic pulmonary edema. Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA*. 2005; 294(24):3124-30.
3. Kosowsky JM, Storrow AB, Carleton SC. Continuous and bilevel positive airway pressure in the treatment of acute cardiogenic pulmonary edema. *Am J Emerg Med*. 2000; 18(1):91-5.
4. Kindgen-Milles D, Buhl R, Gabriel A, Böhner H, Müller E. Nasal continuous positive airway pressure. A method to avoid endotracheal reintubation in postoperative high-risk patients with severe nonhypercapnic oxygenation failure. *Chest*. 2000; 117(4):1106-11.
5. Goldberg P, Reissmann H, Maltais F, Ranieri M, Gottfried SB. Efficacy of noninvasive CPAP in COPD with acute respiratory failure. *Eur Respir J*. 1995; 8(11):1894-900.
6. Meduri GU, Cook TR, Turner RE, Cohen M, Leeper KV. Noninvasive positive pressure ventilation in status asthmaticus. *Chest*. 1996; 110(3):767-74.
7. Delclaux C, L'her E, Alberti C, Mancebo J, Abroug F, Conti G, et al. Treatment of acute hypoxemic nonhypercapnic respiratory insufficiency with continuous positive airway pressure delivered by a face mask. A randomized controlled trial. *JAMA*. 2000; 284(18):2352-60.
8. National Association for Medical Direction of Respiratory Care. Clinical indications for noninvasive positive pressure ventilation in chronic respiratory failure due to restrictive lung disease, COPD, and nocturnal hypoventilation. A consensus conference report. *Chest*. 1999; 116(2):521-34.
9. Mehta S, Hill N. Noninvasive Ventilation. *Am J Respir Crit Care Med*. 2001; 163(2):540-77.
10. Gunduz M, Unlugenc H, Ozalevli M, Inanoglu K, Akman H. A comparative study of continuous positive airway pressure (CPAP) and intermittent positive pressure ventilation (IPPV) in patients with flaid chest. *Emerg Med J*. 2005; 22(4):325-9.
11. III Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica. *J Bras Pneumol*. 2007; 33(Supl 2):S54-S70.
12. Azeredo CAC, Slutsky LC. Pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP): um enfoque profilático. *Rev Sulamericana Fisioter Resp*. 1996; 0(0):7-15.
13. Bacon JP, Farney R, Jensen RJ, Walker JM, Cloward TV. Nasal continuous positive airway pressure devices do not maintain the set pressure dynamically when tested under simulated clinical conditions. *Chest*. 2000; 118(5):1441-9.
14. Lindner KH, Lotz P, Ahnefeld FW. Continuous positive airway pressure effect on functional residual capacity, vital capacity and its subdivisions. *Chest*. 1987; 92(1):66-70.
15. Reissmann HK, Ranieri VM, Goldberg P, Gottfried SB. Continuous positive airway pressure facilitates spontaneous breathing in weaning chronic obstructive pulmonary disease patients by improving breathing pattern and gas exchange. *Int Care Med*. 2000; 26(12):1764-72.
16. Azeredo, L. Ventilação não invasiva. In: Azeredo, C.A.C. Técnicas para o desmame no ventilador mecânico. Rio de Janeiro: Manole; 2002. p.311-25.
17. Bishop B, Hirsch J, Thursby M. Volume, flow, and timing of each breath during positive-pressure breathing in man. *J Appl Physiol*. 1978; 45(4):495-501.
18. Leung P, Jubran A, Tobin MJ. Comparison of assisted ventilation modes on triggering, patient effort, and dyspnea. *Am J Respir Crit Care Med*. 1997; 155(6):1940-8.
19. Laghi F, Karamchandani K, Tobin MJ. Influence of ventilator settings in determining respiratory frequency during mechanical ventilation. *Am J Respir Crit Care Med*. 1999; 160(5):1766-70.
20. Parthasarathy S, Jubran A, Tobin MJ. Assessment of neural inspiratory time in ventilator-supported patients. *Am J Respir Crit Care Med*. 2000; 162(2):546-52.
21. Russell WC, Greer JR. The comfort of breathing: a study with volunteers assessing the influence of various modes of assisted ventilation. *Crit Care Med*. 2000; 28(11):3645-8.
22. Laghi F, Segal J, Choe WK, Tobin MJ. Effect of imposed inflation time on respiratory frequency and

- hyperinflation in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 2001; 163(6):1365-70.
23. Brimacombe J, Keller C, Hörmann C. Pressure-support ventilation *versus* continuous positive airway pressure with the laryngeal mask airway. *Anesthesiology.* 2000; 92(6):1621-3.
24. Gattinoni L, Vagginelli F, Chiumello D, Taccone P, Carlesso E. Physiologic rationale for ventilator setting in acute lung injury/acute respiratory distress syndrome patients. *Crit Care Med.* 2003; 31(Suppl 4):S300-S304.
25. KacMarek RM. Noninvasive positive-pressure ventilation: the little things do make the difference! *Respir Care.* 2003; 48(10):919-21.
26. MacIntyre NR. Respiratory function during pressure-support ventilation. *Chest.* 1986; 89 (5):677-83.
27. Vitacca M, Nava S, Confalonieri M, Bianco L, Porta R, Clini E, et al. The appropriate setting of noninvasive pressure-support ventilation in stable COPD patients. *Chest.* 2000; 118(5):1286-93.
28. Park M, Lorenzi Filho G, Feltrim MI, Viecili PR, Sangean MC, Volpe M, et al. Oxygen therapy, continuous positive airway pressure, or noninvasive bilevel positive pressure ventilation in the treatment of acute cardiogenic pulmonary edema. *Arq Bras Cardiol.* 2001; 76(4):221-5.
29. Urbscheit MA, Bishop B, Bachofen H. Immediate effects of continuous positive pressure breathing on abdominal expiratory activity, minute ventilation, and end-tidal PCO₂ of conscious man. *Phys Ther.* 1973; 53(4):258-65.

Recebido em: 25/2/2008

Versão final reapresentada em: 5/6/2008

Aprovado em: 11/7/2008