



ConScientiae Saúde

ISSN: 1677-1028

conscientiaesaude@uninove.br

Universidade Nove de Julho

Brasil

Moreno, Juliana; Dal Corso, Simone; Malaguti, Carla
Análise descritiva do uso de ventilação mecânica não invasiva durante exercício em pacientes com
DPOC
ConScientiae Saúde, vol. 6, núm. 2, 2007, pp. 295-303
Universidade Nove de Julho
São Paulo, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92960212>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe , Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Análise descritiva do uso de ventilação mecânica não invasiva durante exercício em pacientes com DPOC

Juliana Moreno

Fisioterapeuta – Uninove;
Especializanda em Fisioterapia Respiratória
Pediátrica e Neonatal – Unifesp.
São Paulo – SP [Brasil]
jumoreno15@yahoo.com.br

Simone Dal Corso

Doutora em Ciências da Reabilitação – Unifesp;
Professora em Ciências da Reabilitação – Uninove.
São Paulo – SP [Brasil]
simoneda@uninove.br

Carla Malaguti

Doutora em Pneumologia – Unifesp;
Professora de Ciências da Reabilitação – Uninove.
São Paulo – SP [Brasil]
c_malaguti@yahoo.com.br

Pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) comumente apresentam intolerância a exercícios de intensidade variável, classicamente atribuída ao distúrbio ventilatório. Nesse sentido, o uso da ventilação mecânica não invasiva (VMNI), concomitante à reabilitação pulmonar (RP) em pacientes com DPOC, tem sido proposto para permitir o treinamento físico em pacientes gravemente limitados. Com o intuito de analisar a fundamentação científica, a opinião de autores ou consenso sobre a VMNI e seus efeitos adicionais à RP, foi realizada revisão das modalidades mais utilizadas durante o exercício em pacientes com DPOC (CPAP, binível, PS e PAV). A modalidade ventilação proporcionalmente assistida, associada ao treinamento físico, mostrou maior eficácia pela magnitude do efeito em reduzir a dispnéia e melhorar a tolerância ao exercício. Em contrapartida, a pressão positiva contínua nas vias aéreas foi a menos expressiva em termos de benefícios.

Palavras-chave: Doença pulmonar obstrutiva crônica. Tolerância ao exercício. Ventilação mecânica não invasiva.

1 Introdução

A doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) é caracterizada por limitação crônica do fluxo aéreo, que ocorre de modo irreversível e progressivo. Como consequência, o indivíduo apresenta dispneia, também progressiva e persistente (GOLD, 2003). A sensação de desconforto respiratório está relacionada à hiperinsuflação pulmonar, levando o diafragma à desvantagem mecânica, ou seja, relação tensão-comprimento menos favorável, aumentando o trabalho respiratório mesmo durante o repouso (HOO, 2003). Para evitar esse sintoma incapacitante, o paciente se torna inativo e, como consequência, ocorre descondicionamento muscular periférico, resultando em ciclo vicioso que aumenta o sedentarismo, o isolamento social, piora a dispneia e gera depressão (AMBROSINO; STRAMBI, 2004).

Para interromper esse ciclo, há cerca de 20 anos surgiu a reabilitação pulmonar, com objetivo de reduzir os sintomas, melhorar a qualidade de vida e aumentar a independência funcional nas atividades de vida diária (GOLD, 2003). Sabe-se que exercícios de alta intensidade, ultrapassando o limiar anaeróbico, proporcionam melhores resultados ao treinamento, como menor produção de lactato, menor freqüência cardíaca e volume minuto para a mesma intensidade de exercício, resultando em menor sensação de dispneia (HIGHCOCK et al., 2004). Apesar disso, muitas vezes, em pacientes gravemente incapacitados não é possível atingir a intensidade desejada de treinamento em razão dos sintomas limitantes (dispneia e fadiga precoce), o que pode levar à baixa aderência aos programas de reabilitação e, consequentemente, sem beneficiamento do programa.

Com o intuito de permitir a inclusão desse subgrupo de pacientes com dispneia intensa persistente, algumas estratégias reabilitadoras têm sido estudadas. Nesse sentido, a ventilação mecânica não invasiva (VMNI) tem se utilizado em âmbito científico como terapia

adjunta na reabilitação pulmonar. A utilização da VMNI baseia-se no princípio que envolve a diminuição do recrutamento de músculos inspiratórios (menor trabalho elástico) e prevenção do colabamento dinâmico das vias aéreas (menor trabalho resistivo) (HOO, 2003). Com base nesses conhecimentos, foi realizada revisão das modalidades de ventilação mecânica não invasiva mais utilizadas: pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP), pressão positiva binível, pressão de suporte inspiratório (PS) e ventilação proporcionalmente assistida (PAV) durante o exercício em pacientes com DPOC, a fim de verificar a fundamentação de sua aplicação e seus efeitos adicionais à RP, para possibilitar seu uso na prática clínica.

2 Pressão positiva contínua nas vias aéreas e exercício

A pressão positiva contínua nas vias aéreas, conhecida pela abreviatura CPAP (*Continuous Positive Airways Pressure*), foi a primeira modalidade de VMNI empregada durante atividade física em pacientes com DPOC. A comparação dos estudos utilizando essa modalidade ventilatória no exercício está apresentada na Tabela 1.

O estudo realizado por O'Donnell e colaboradores (1988) apresenta importantes falhas metodológicas, como a pequena amostra e a falta de grupo controle pareado (grande diferença de idade em relação ao grupo de intervenção). Os autores inferem que houve redução da dispneia no grupo com DPOC, quando aplicada pressão positiva contínua ou somente pressão inspiratória. Entretanto, a aplicação da pressão positiva expiratória final aumentou o desconforto respiratório em indivíduos sem e com DPOC. Nesse caso, a CPAP passou a ser obstáculo adicional à expiração, que se tornou ativa, causando sobrecarga dos músculos inspiratórios e expiratórios.

Tabela 1: Comparação dos estudos com uso de pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP) durante o exercício físico em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica

Autor, ano	Amostra	Procedimento	Nível pressórico	Resultados
O'Donnell et al. 1988	n: 10; 5 com DPOC (60 anos; VEF ₁ : 39,6%p); 5 controles (29 anos).	1. Ciclo + CPAP; 2. Ciclo + CPIP; 3. Ciclo + CPEP.	Entre 4 e 5 cm H ₂ O.	DPOC: ↓ dispneia (CPAP e CPIP); controle: ↑ desconforto respiratório (CPAP e CPEP).
O'Donnell et al. 1988	n: 6; 67 anos; VEF ₁ : 35%p ± 12%p.	3 séries de exercício no ciclo (somente 1 com CPAP).	Entre 4 e 5 cm H ₂ O.	↓ f, ↓ dispneia, ↑ no tempo de exercício.
Pissulin et al. 2002	n: 9, VEF ₁ 0,83 L ± 0,38L.	1. Caminhada sem CPAP; 2. Caminhada com CPAP (FiO ₂ a 30%); 3. Caminhada com CPAP.	Entre 4 e 6 cm H ₂ O.	↑ CVF nos procedimentos 2 e 3; ↑ VEF ₁ no 3º procedimento; ↓ f no 2º e 3º procedimento; ↑ SpO ₂ no 2º procedimento.

Legenda: ↑: aumento significativo; ↓: redução significativa; VEF₁: volume expiratório forçado no primeiro segundo; CPEP: pressão positiva expiratória; CPIP: pressão positiva inspiratória; f: freqüência respiratória; CVF: capacidade vital forçada; SpO₂: saturação periférica de oxigênio; Ciclo: cicloergômetro; FiO₂: Fração inspirada de oxigênio, %p: porcentagem do previsto.

Fonte: As autoras.

O estudo de Pissulin e colaboradores (2002) não avaliou o efeito da CPAP na dispneia. Entretanto, foi observada melhora da saturação de oxigênio, que pode ter sido alcançada, obviamente, porque a CPAP foi associada a maior suplementação de oxigênio inspirado (FiO₂ estimada de 30%). Os autores descrevem redução significativa da freqüência respiratória e aumento do volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF₁), o que permite inferir melhora da mecânica ventilatória com aplicação de CPAP com nível de pressão positiva expiratória final entre 4 e 6 cmH₂O, reduzindo o trabalho resistivo e aumentando o rendimento do exercício. No estudo desenvolvido por O'Donnell e colaboradores (1998), sugere-se que a redução significativa da freqüência respiratória, assim como da dispneia, seria a responsável pelo aumento da tolerância ao exercício físico.

Resumidamente, dependendo de como é aplicada, a CPAP pode levar à redução dos sintomas e melhora da mecânica tóraco-pulmonar, permitindo que o paciente seja capaz de se exercitar mais intensamente com menos dispneia e, consequentemente, maiores benefícios da re-

abilitação pulmonar como resistência à fadiga e diminuição da sensação de desconforto em membros inferiores podem ser esperados.

3 Pressão positiva binível e exercício

Se em alguns pacientes o uso de pressão contínua nas vias aéreas aumenta o trabalho expiratório, uma pressão diferenciada em dois níveis (inspiratório e expiratório) poderia eliminar essa resistência. O uso da pressão binível durante o exercício em pacientes com DPOC vem sendo analisado e, assim como o CPAP, demonstra importantes efeitos adicionais, evidenciados na Tabela 2.

No estudo de Borghi Silva e colaboradores (2005), foi demonstrado que o uso do binível teve impacto no rendimento do exercício. Os autores acreditam que a melhora do desempenho deve-se à redução da Pressão positiva expiratória final intrínseca (PEEPi), diminuindo a hiperinsuflação dinâmica durante o esforço. Ainda em relação a esse estudo, demonstrou-se boa tolerância ao uso de máscara nasal e facial.

Tabela 2: Comparação dos estudos com uso de pressão positiva em dois níveis (binível) durante o exercício físico em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica

Autor, ano	Amostra	Procedimento	Nível pressórico	Resultados
Highcock et al. 2003	n: 8; 66 ± 8 anos; VEF ₁ : 36%p.	Caminhada sem VMNI, com binível, com Nippy2® e Vpap II ST®.	IPAP: 12,2 cm H ₂ O; EPAP: não mencionado	↑ VC e VE com VMNI.
Borghi Silva et al. 2005	n: 27; 69 ± 7,7 anos; VEF ₁ : 33,2%p ± 10,1%p.	TC6 em esteira ergométrica com e sem binível.	IPAP: 14 ± 1 cm H ₂ O; EPAP: 6 ± 1 cm H ₂ O.	↑ da distância percorrida, ↓ da dispnéia, ↑ da SpO ₂ final.
Costa et al. 2006	n: 10; 65 ± 10 anos; VEF ₁ : 43%p ± 9%p.	Binível por máscara nasal durante 30 minutos (em repouso).	IPAP: entre 10 e 15 cm H ₂ O; EPAP: 4 cm H ₂ O.	↑ PI máx e PE máx; ↑ distância percorrida.

Legenda: ↑: aumento significativo; ↓: redução significativa; VC: volume corrente; VE: volume minuto; TC6: teste de caminhada de 6 minutos; IPAP: pressão inspiratória nas vias aéreas; EPAP: pressão expiratória nas vias aéreas; VMNI: ventilação não invasiva; SpO₂: saturação periférica de oxigênio, %p: porcentagem do previsto; PI máx: pressão inspiratória máxima; PE max: pressão expiratória máxima.

Fonte: As autoras.

Em seu estudo, Highcock e colaboradores (2004) não obtiveram resultados significativos como o anterior. A pequena amostra e a característica dos indivíduos (menor idade e maior VEF₁) podem ter influenciado a baixa resposta ao binível. O autor questiona o uso da pressão positiva expiratória final, conhecida como *End Positive Airway Pressure* (EPAP), pois, com essa intervenção, há maior recrutamento da musculatura abdominal e, consequentemente, maior trabalho respiratório. Não é possível afirmar que a EPAP seja a responsável pelo insucesso da tolerância ao exercício, até porque não foram estudados diferentes níveis pressóricos.

Os efeitos adicionais do binível foram também comprovados no estudo de Costa e colaboradores (2006), no qual foi realizada aplicação de binível em repouso por seis semanas, sendo suficiente para aumentar a pressão inspiratória máxima (PImáx), a pressão expiratória máxima (PEmáx) e a distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos. Quanto à dispneia, não houve redução significativa e isso pode estar relacionado à aplicação da VMNI apenas no repouso, visto que, nos outros estudos, essa ventilação foi aplicada durante o exercício com redução do desconforto respiratório.

4 Pressão de suporte (PS) e exercício

Desde que o alívio da sobrecarga dos músculos inspiratórios se mostrou importante mecanismo direto de melhora na dispneia ao esforço em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica, pode-se hipotetizar que a performance muscular inspiratória é um importante determinante da tolerância ao exercício físico. Nesse sentido, a pressão de suporte, por reduzir a sobrecarga elástica pulmonar, constitui potencial artifício de melhora na endurance ao exercício nesses pacientes. O resumo dos resultados encontrados com essa modalidade como terapia adjunta ao exercício está disposto na Tabela 3.

Polkey e colaboradores (1996) sugeriram que o aumento da tolerância ao exercício físico seja consequência da redução de sobrecarga da musculatura inspiratória, sendo relacionada ao aumento de 2/3 da distância caminhada. No estudo, ainda se pode observar que, com o uso da PS, é possível aumentar a distância percorrida atenuando a sobrecarga dos músculos inspiratórios. Dolmage e Goldstein (1997) também relacionaram a diminuição da pressão esofágica ao uso da PS durante exercício com redução da dispneia. A pressão esofágica reflete a força

Tabela 2: Comparação dos estudos com uso de pressão positiva em dois níveis (Binível) durante o exercício físico em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica

Autor, ano	Amostra	Procedimento	Nível pressórico	Resultados
Highcock et al. 2003	n: 8; 66 ± 8 anos; VEF ₁ : 36% p.	Caminhada sem VMNI, com binível, com Nippy2® e Vpap II ST®.	IPAP: 12.2 cm H ₂ O; EPAP: não mencionado	↑ VC e VE com VMNI.
Borghi Silva et al. 2005	n: 27; 69 ± 7,7 anos; VEF ₁ : 33,2% p ± 10,1% p.	TC6 em esteira ergométrica com e sem binível.	IPAP: 14 ± 1 cm H ₂ O; EPAP: 6 ± 1 cm H ₂ O.	↑ da distância percorrida, ↓ da dispnéia, ↑ da SpO ₂ final.
Costa et al. 2006	n: 10; 65 ± 10 anos; VEF ₁ : 43% p ± 9% p.	Binível por máscara nasal durante 30 minutos (em repouso).	IPAP: entre 10 e 15 cm H ₂ O; EPAP: 4 cm H ₂ O.	↑ PI máx e PE máx; ↑ distância percorrida.

Legenda: ↑: aumento significativo; ↓: redução significativa; VC: volume corrente; VE: volume minuto; TC6: teste de caminhada de 6 minutos; IPAP: pressão inspiratória nas vias aéreas; EPAP: pressão expiratória nas vias aéreas; VMNI: ventilação não invasiva; SpO₂: saturação periférica de oxigênio, %p: porcentagem do previsto; PI máx: pressão inspiratória máxima; PE max: pressão expiratória máxima.

Fonte: Os autores.

gerada pelos músculos inspiratórios. Por isso, sua redução está associada à atenuação da hiperinsuflação dinâmica e, consequentemente, ao menor uso da musculatura inspiratória (menor trabalho elástico) e, portanto, à menor sensação de desconforto respiratório.

Polkey e colaboradores (2000) demonstraram importantes benefícios quando aplicada a PS em oito indivíduos com DPOC grave e estável, durante caminhada. A redução da PaCO₂ e do pH sanguíneo ocorreu pela diminuição do lactato sanguíneo e corroborou para menor desconforto nos membros inferiores e maior controle da freqüência respiratória, fatores que justificam a maior tolerância ao exercício. Tal evento está provavelmente relacionado à constância mais prolongada no metabolismo aeróbio, determinando menor sofrimento tissular. Como a máscara usada para distribuir a PS leva ao aumento da ventilação do espaço morto, Van't Hul e colaboradores (2004) propuseram um nível mínimo de PS de 5 cm H₂O, que corresponderia à pressão necessária apenas para vencer a resistência imposta pela máscara.

O aumento do volume corrente e a redução da frequência respiratória durante o exercício com PS estão em concordância entre os estudos. Em razão do resultado de melhora da ventilação alveolar, pode-se explicar a melho-

ra na oxigenação e, consequentemente, menor sobrecarga dos músculos inspiratórios, durante o exercício. Portanto, a PS melhora a tolerância ao exercício e reduz a dispnéia, com base na compensação dos índices de função pulmonar e função muscular respiratória de pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica.

5 Ventilação assistida proporcional e exercício

A ventilação assistida proporcional, conhecida como *Proportional Assist Ventilation* (PAV), é uma nova modalidade ventilatória que garante volume e fluxo proporcionais ao esforço do indivíduo. Assim como os modos já mencionados, sua aplicação concomitante à RP vem sendo estudada. Sua instituição isolada e simultânea a outros modos ventilatórios está demonstrada na Tabela 4.

Bianchi e colaboradores (2002) analisaram o efeito da PAV em um programa de treinamento físico de seis semanas de duração, três vezes por semana e com duração de três horas. O treinamento físico consistiu de atividades com a musculatura abdominal, com membros superiores e inferiores, além do programa educacional da família e do paciente. Com esse protoco-

Tabela 3: Comparação dos estudos com uso de pressão de suporte (PS) durante exercício físico em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica

Autor, ano	Amostra	Procedimento	Nível pressórico	Resultados
Polkey et al., 1996	n: 6; 64 ± 9 anos; VEF ₁ : 22%p ± 6%p.	2 caminhadas (com e sem PS).	Média de 15 cm H ₂ O.	↑ da FC; ↓ da SpO ₂ ; ↓ da pressão esofágica.
Polkey et al., 2000	n: 8; 70 ± 8 anos; VEF ₁ : 24%p ± 7%p.	2 caminhadas (com PS – máscara facial e sem PS).	Não relatado.	↑ tempo de caminhada; ↓ pH sanguíneo; ↓ PaCO ₂ ; ↓ [] La.
Van't Hul et al., 2004	n: 45; 67 ± 7 anos; VEF ₁ : 39%p ± 13%p.	3 testes de endurance (sem suporte ventilatório, com PS de 5 cm H ₂ O e com PS de 10 cm H ₂ O).	PSI de 5 cm H ₂ O e 10 cm H ₂ O.	↑ tempo de exercício (PSI de 10 cm H ₂ O); ↑ no VC (PSI de 10 cm H ₂ O); ↓ f (PSI de 10 cm H ₂ O); ↓ VO ₂ e VCO ₂ (PSI de 10 cm H ₂ O).
Van't Hul et al., 2006	n: 29; 70 ± 5 e 71 ± 4 anos (intervenção e controle); VEF ₁ : 41%p ± 10%p e 38%p ± 9%p (intervenção e controle).	Programa de exercício em um ciclo por 8 sem. (3 X); Pacientes randomizados: 14 com PS de 10 cm H ₂ O e 15 com PS de 5 cm H ₂ O.	PSI de 5 cm H ₂ O e 10 cm H ₂ O.	↑ tempo de exercício (PSI de 10 cm H ₂ O); ↑ distância percorrida (PSI de 10 cm H ₂ O); ↓ VE (PSI de 10 cm H ₂ O); ↓ f, VO ₂ e VCO ₂ (PSI de 10 cm H ₂ O).

Legenda: ↑: aumento significativo; ↓: redução significativa; VEF₁: volume expiratório forçado no primeiro segundo; [] La: concentração de lactato sanguíneo; FC: freqüência cardíaca; SpO₂: saturação periférica de oxigênio; PaCO₂: pressão arterial de dióxido de carbono; VC: volume corrente; f: freqüência respiratória; VO₂: consumo de oxigênio; VCO₂: consumo de dióxido de carbono; VE: volume minuto; %p: porcentagem do previsto; ciclo: cicloergômetro; sem: semana; X: vezes.

Fonte: As autoras.

lo, o melhor efeito encontrado foi com o uso do PAV associado à PS. Dolmage e Goldstein (1997) observaram menor desconforto respiratório nos pacientes com DPOC grave que realizaram o programa de reabilitação pulmonar com PAV, associado ao CPAP.

No estudo de Bianchi e colaboradores (1998) a PAV foi considerada o melhor modo ventilatório, por ter CPAP e PS apresentado resultados menos expressivos. Esses autores defendem que a CPAP também teve seu efeito limitado, pois a PEEPi não pode ser controlada. Conseqüentemente, o nível pressórico ajustado pode não ter sido suficiente para melhorar a tolerância ao exercício. Os autores ainda salientam que os resultados benéficos foram decorrentes da melhor adaptação dos pacientes a esse modo ventilatório.

Efeitos adicionais em um grupo de pacientes que utilizou PAV durante exercício físico no cicloergômetro também foram constatados por Hawkins e colaboradores (2002). Eles relataram boa adaptação dos pacientes a esse modo ven-

tilatório. A PAV é uma modalidade vantajosa, pois responde à demanda do paciente, sendo, portanto, capaz de acompanhar o aumento do esforço respiratório durante o exercício. Foi observada redução do lactato sanguíneo no grupo da PAV, sugerindo aumento da densidade capilar, maior concentração de mitocôndrias e enzimas oxidativas responsáveis pela melhora do metabolismo muscular.

6 Discussão

Diferentes modalidades de VMNI têm sido utilizadas com sucesso, para melhorar a tolerância aguda ao exercício, em pacientes com DPOC, como a pressão positiva contínua nas vias aéreas, pressão positiva binível, pressão de suporte e ventilação proporcionalmente assistida. Embora diferenças marcantes na intensidade da pressão utilizada tenham sido observadas nos estudos, os efeitos agudos da VMNI estiveram presentes em todas as modalidades

Tabela 4: Comparação dos estudos com uso de ventilação assistida proporcional (PAV) durante o exercício físico em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica

Autor, ano	Amostra	Procedimento	Nível pressórico	Resultados
Dolmage et al., 1997	n: 10; 59 ± 6 anos; VEF ₁ : 29%p ± 7%p.	5 sessões de exercício sub-máximo no ciclo (simulação, PAV, CPAP, PAV + CPAP e controle).	Simulação: 0 cm H ₂ O; PAV: volume de 6 cm H ₂ O/L, fluxo de 3 cm H ₂ O/L/s; CPAP: 5 cm H ₂ O; CPAP + PAV: volume de 6 cm H ₂ O/L, fluxo de 3 cm H ₂ O/L/s e pressão de 5 cm H ₂ O.	↑ tolerância ao exercício, ↓ dispnéia, ↑ VE (PAV + CPAP).
Bianchi et al., 1998	n: 15; 64 ± 8 anos; VEF ₁ : 32%p ± 10%p.	4 testes incrementais realizados no ciclo (PAV, CPAP, PS e simulação)	PAV: volume de 8.6 cm H ₂ O/L e fluxo de 3 cm H ₂ O/L/s; CPAP: 6 cm H ₂ O; PSI: 12-16 cm H ₂ O e EPAP de 1 cm H ₂ O; Simulação: CPAP 1 cm H ₂ O.	↑ tempo de exercício quando utilizado PAV; ↓ VC, ↓ dispnéia e desconforto nos MMII quando utilizado PAV e PSI; ↓ da suplementação de O ₂ com PSI.
Bianchi et al., 2002	n: 33; 64 (61-67) e 65 (61-69) anos (PAV e controle); VEF ₁ : 48%p ± 19%p e 40%p ± 12%p (PAV e controle).	Programa de reabilitação pulmonar por 6 semanas.	Volume de 6.6 cm H ₂ O/L; Fluxo de 3.5 cm H ₂ O/L/s.	↑ intensidade do treino em ambos os grupos; ↓ dispnéia em ambos os grupos.
Hawkins et al., 2002	n: 17; 68 ± 9 e 66 ± 7 anos (PAV e controle) VEF ₁ : 26%p ± 7%p e 28%p ± 7%p (PAV e controle)	Exercício no ciclo por 6 semanas (2 grupos: PAV e controle).	Fluxo: 3,6 ± 0,7 cm H ₂ O/L/s; volume: 12,7 ± 1,5 cm H ₂ O/L.	↑ intensidade do exercício, ↑ carga de trabalho, ↓ [] La, ↓ f, ↓ dispnéia.

Legenda: ↑: aumento significativo; ↓: redução significativa; VEF₁: volume expiratório forçado no primeiro segundo; VE: volume minuto; MMII: membros inferiores; %p: porcentagem do previsto; ciclo: cicloergômetro; O₂: oxigênio; []La: concentração de lactato sanguíneo; f: freqüência respiratória.

Fonte: As autoras.

apresentadas. No entanto, a modalidade ventilação proporcionalmente assistida mostrou eficácia mais expressiva pela magnitude do efeito em reduzir a dispnéia e melhorar a tolerância ao exercício; em contrapartida, a pressão positiva contínua nas vias aéreas isolada foi a menos expressiva em produzir benefícios.

Entretanto, desvantagens práticas podem acompanhar o uso da VMNI como terapia adjunta durante o treinamento. Primeiro, a VMNI constitui intervenção que exige grande atenção, pois requer um terapeuta para cada paciente, e isso acarretará custo adicional à reabilitação. Depois, é possível que a presença de desconforto esteja associada ao uso da máscara durante a VMNI; por isso, um substancial número de

pacientes pode não aderir ao programa de reabilitação.

O princípio básico de utilizar a VMNI durante o exercício consiste em reduzir a dispnéia pela diminuição da sobrecarga imposta aos músculos ventilatórios como consequência da hiperinsuflação dinâmica, permitindo ao paciente atingir maior intensidade no exercício (HOO, 2003). O alívio da musculatura respiratória durante o exercício reduz a competição do fluxo sangüíneo entre essa musculatura e a dos membros inferiores, contribuindo para mudanças fisiológicas como redução da acidose láctica, ventilação minuto e freqüência cardíaca para certa carga, e aumento da atividade mitocondrial e densidade capilar nos músculos treinados (AMBROSINO; STRAMBI, 2004).

Embora a seleção de pacientes estudados tenha sido feita com base na limitação ao exercício por prejuízo ventilatório, ainda se pode observar grande diversidade no seu perfil. Apesar disso, podemos sugerir que o treinamento físico com VMNI deve ser oferecido aos pacientes incapazes de tolerar alta intensidade de treinamento em decorrência da dispneia.

7 Considerações finais

Em conclusão, os estudos dispostos nesta revisão fornecem fundamentos válidos para o treinamento físico com VMNI. Essa ferramenta atua por meio da compensação dos índices de função pulmonar e muscular respiratória de pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica, resultando em maiores benefícios, como resistência à fadiga muscular e diminuição da sensação de desconforto nos membros inferiores, em altas cargas de treinamento. Os benefícios obtidos foram mais expressivos com o uso da ventilação proporcionalmente assistida, associada ao exercício, por causa da melhor adaptação dos pacientes a esse modo ventilatório.

Entretanto, as modalidades não invasivas de pressão positiva contínua, pressão de suporte, pressão positiva binível e ventilação proporcionalmente assistida devem ser consideradas como terapia adjunta, durante a reabilitação pulmonar, para um subgrupo de pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica ventilatoriamente limitados, objetivando o treinamento de alta intensidade, o que proporcionará maior tolerância ao exercício físico e, consequentemente, maior independência funcional.

Descriptive analysis of using noninvasive mechanical ventilation during exercise in patients with COPD

Patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) present exercise limitation due to ventilatory constraints. Noninvasive

mechanical ventilation (NIMV) has been used as an additional tool in the pulmonary rehabilitation program (PRP) because of its effects on dyspnea and exercise tolerance. The objective in this study was to analyze the effects of different NIMV modalities (CPAP, bilevel, PS e PAV) during exercise on PRP. Proportional assist ventilation associated with the physical training was the modality that showed greater benefits, reducing dyspnea and increasing the exercise tolerance in COPD patients. In the other hand, the continuous positive pressure in the aerial roads was the less significant in terms of benefits.

Key words: Chronic obstructive pulmonary disease. Exercise tolerance. Noninvasive ventilation.

Referências

- AMBROSINO, N.; STRAMBI, S. New strategies to improve exercise tolerance in chronic obstructive pulmonary disease. *Eur Respir J.*, v. 24, p. 313-322, 2004.
- BIANCHI, L.; FOGLIO, K.; PAGANI, M. et al. Effects of proportional assist ventilation on exercise tolerance in COPD patients with chronic hypercapnia. *Eur Respir.*; v. 11, p. 422-427, 1998.
- BIANCHI, L.; FOGLIO, K.; PORTA, R. et al. Lack of additional effect of adjunct of assisted ventilation to pulmonary rehabilitation in mild COPD patients. *Respiratory Medicine*; v. 96, p. 359-367, 2002.
- BORGHI-SILVA, A.; SAMPAIO, L. M. M.; TOLEDO, A. et al. Efeitos agudos da aplicação do BiPAP sobre a tolerância ao exercício físico em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). *Rev Bras. Fisiol.*, v. 9, n. 3, p. 273-280, 2005.
- COSTA, D.; TOLEDO, A.; BORGHI-SILVA, A.; SAMPAIO, L. M. M. Influência da ventilação não invasiva por meio do BiPAP sobre a tolerância ao exercício físico e força muscular respiratória em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). Disponível em: <<http://www.eerp.usp.br/rlae>>. Acesso em: 15 set. de 2006.
- DOLMAGE, T. E.; GOLDSTEIN, R. S. Proportional assist ventilation and exercise tolerance in subjects with COPD. *Chest*; v. 111, p. 948-954, 1997.

GOLD – Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease, 2003. Disponível em: <<http://www.goldcopd.com>>. Acesso em: 20 fev. 2006.

HAWKINS, P.; JOHNSON, L. C.; NIKOLETOU, D.; HAMNEGARD, C. H.; SHERWOOD, R.; POLKEY, M. I.; MOXHAM, J. Proportional assist ventilation as an aid to exercise training in severe chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*; v. 57, p. 853-859, 2002.

HIGHCOCK, M. P.; SHENEERSON, J. M.; SMITH, I. E. Increased ventilation with NIVPPV does not necessarily improve exercise capacity in COPD. *Eur. Respir. J.*, v. 22, p. 100-115, 2004.

HILL, N. S. Noninvasive ventilation for chronic obstructive pulmonary disease. *Respiratory Care*; v. 49, n. 1, p. 72-89, 2004.

HOO, G. W. S. Nonpharmacologic adjuncts to training during pulmonary rehabilitation: The role of supplemental oxygen and noninvasive ventilation. *Journal of Rehabilitation Research and Development*; v. 40, n. 5, p. 81-98, 2003.

O'DONNELL, D. E.; SANII, R.; GIESBRECHT, G. et al. Effect of continuous positive airway pressure on respiratory sensation in patients with chronic obstructive pulmonary disease during submaximal exercise. *Am. Rev. Respir. Dis.*; v. 138, p. 1185-1191, 1988.

O'DONNELL, D. E.; SANII, R.; YOUNES, M. Improvement in exercise endurance in patients with chronic airflow limitation using continuous positive airway pressure. *Am. Rev. Respir. Dis.*, v. 138, p. 1510-1514, 1988.

PISSULIM, F. D. M.; GUIMARÃES, A.; KROLL, L. B. et al.

Utilização de pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP) durante atividade física em esteira ergométrica em portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC): comparação com o uso de oxigênio. *J Pneumol.*; v. 28, n. 3, p. 131-136, 2002.

POLKEY, M. L.; HAWKINS, P.; KYROUSSIS, D. et al. Inspiratory pressure support prolongs exercise induced lactataemia in severe COPD. *Thorax*; v. 55, p. 547-549, 2000.

POLKEY, M. L.; KYROUSSIS, D.; MILLS, G. H. et al. Inspiratory pressure support reduces slowing of inspiratory muscle relaxation rate during exhaustive treadmill walking in severe COPD. *Am. J Resp. Crit. Care Med*; v. 154, p. 1146-1150, 1996.

VAN 'T HUL A.; GOSSELINK, R.; HOLLANDER, P.; POSTMUS, P.; KWAKKEL, G. Training with inspiratory pressure support in patients with severe COPD. *Eur. Respi. J.*; v. 27, p. 65-72, 2006.

VAN'T HUL, A.; GOSSELINK, R.; HOLLANDER, P. et al. Acute effects of inspiratory pressure support during exercise in patients with COPD. *Eur Respir J.*; v. 23, p. 34-40, 2004.

VAN'T HUL, A.; KWAKKEL, G.; GOSSELINK, R. The acute effects of noninvasive ventilatory support during exercise on exercise endurance and dyspnea in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation*; v. 22, p. 290-297, 2002.

Recebido em 8 out. 2007 / aprovado em 10 dez. 2007

Para referenciar este texto

MORENO, J.; DAL CORSO, S.; MALAGUTI, C. Análise descritiva do uso de ventilação mecânica não invasiva durante exercício em pacientes com DPOC. *ConScientiae Saúde*, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 295-303, 2007.