

VIII. Ventilación no invasiva y rehabilitación respiratoria en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica

FRANCISCO ARANCIBIA H.*** y RODRIGO SOTO F.*****

Noninvasive ventilation and pulmonary rehabilitation in patients with chronic obstructive pulmonary disease

In patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD), pulmonary rehabilitation has been demonstrated to increase exercise capacity and reduce dyspnea. In the most disabled patients, the intensity of exercise during the training sessions is limited by ventilatory pump capacity. Non-invasive ventilation (NIV) support has been used successfully in patients with exacerbation of COPD. However, its benefit in patients with stable COPD or in a pulmonary rehabilitation program is under discussion. This chapter therefore evaluated the scientific evidence regarding the beneficial effect of NIV support in the respiratory rehabilitation on exercise tolerance. Features of the NIV as to when they do it-whether during training or night-and modality were reviewed. Use of noninvasive ventilation in pulmonary rehabilitation was recommended in selected patients with severe COPD or advanced stage, and in those with suboptimal response to exercise training. The use of NIV should be preferably at night, using inspiratory pressure support, which can help achieve a better exercise tolerance, an improvement in gas exchange and a reduction in the overhead of the respiratory muscles and dyspnea (quality evidence B, moderate strength recommendation).

Key words: Noninvasive ventilation, pressure support, respiratory rehabilitation, COPD.

Resumen

Se ha demostrado que la rehabilitación respiratoria en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) aumenta la capacidad de ejercicio y reduce la disnea. En la mayoría de los pacientes con discapacidad, la intensidad del ejercicio durante las sesiones de entrenamiento se ve limitada por la capacidad de la bomba ventilatoria. La ventilación no invasiva (VNI) ha sido utilizada con mucho éxito en pacientes con EPOC que presentan una exacerbación de su enfermedad. No obstante, su beneficio en pacientes con EPOC estable o en rehabilitación respiratoria está en discusión. En este capítulo se evaluó la evidencia científica que existe en cuanto al beneficio de la ventilación no invasiva (VNI) en la rehabilitación respiratoria. Se revisó la modalidad y las características de la VNI en cuanto a cuando realizarla -si durante el entrenamiento o nocturna-. Se recomendó la utilización de la ventilación no invasiva en rehabilitación respiratoria en pacientes seleccionados, con EPOC en etapa grave o avanzada, y en aquellos con respuestas subóptimas al entrenamiento. La utilización de la ventilación no invasiva debe ser preferentemente nocturna, y utilizando presión de soporte inspiratorio, la cual puede permitir alcanzar una mejor tolerancia al ejercicio, una mejoría del intercambio gaseoso y una disminución de la sobrecarga de los músculos respiratorios y la disnea. (calidad de la evidencia B, fuerza de la recomendación: moderada).

Palabras clave: Ventilación no invasiva, presión de soporte, rehabilitación respiratoria, EPOC.

* Servicio de Medicina Respiratoria y Unidad de Paciente Crítico, Instituto Nacional del Tórax.

** Unidad de Respiratorio, Clínica Santa María.

*** Unidad de Paciente Crítico, Hospital Clínico de la Fuerza Aérea y Clínica Alemana.

**** Unidad de Respiratorio, Clínica Alemana de Santiago.

Introducción

La ventilación mecánica no invasiva (VNI) ha sido utilizada con mucho éxito en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) avanzada y que presentan una exacerbación de su enfermedad. Alrededor del 80% de este grupo de pacientes que reciben VNI, evitan la intubación y la ventilación mecánica invasiva, disminuye la incidencia de neumonía nosocomial y la mortalidad^{1,2}. Así también, existen sólidos fundamentos fisiológicos que apoyan el empleo clínico de la VNI durante la insuficiencia respiratoria aguda en pacientes con EPOC. La VNI puede reducir la carga de los músculos respiratorios, aliviar consecuentemente la disnea y mejorar el intercambio de gases³. En cambio, en pacientes portadores de EPOC y que su condición es estable no es tan claro su beneficio. No obstante, existe cierta evidencia que el uso de VNI a corto plazo en pacientes con EPOC estables e hipercapnia disminuye la hiperinsuflación pulmonar⁴, probablemente por la prolongación del tiempo espiratorio, logrando un mayor vaciamiento de las unidades pulmonares lentas⁵, y al reducir la disnea, permitiría alcanzar niveles de ejercicio de mayor intensidad. En concordancia con lo anterior, algunos autores creen que la VNI en pacientes con EPOC puede servir como complemento al entrenamiento muscular en programas de rehabilitación pulmonar mediante la descarga de los músculos respiratorios.

En este sentido, la aplicación de VNI en sus modalidades de presión positiva continua de la vía aérea (CPAP), presión de soporte inspiratorio (PS) y ventilación asistida proporcional (VAP), ha sido evaluada para su uso como elemento adicional durante la rehabilitación respiratoria (RR), o como complemento de la RR durante el reposo nocturno⁶⁻⁸.

Preguntas

1. ¿La ventilación no invasiva aumenta los beneficios de la rehabilitación respiratoria en paciente con enfermedad pulmonar obstructiva crónica?
2. ¿En qué momento la VNI aporta mayores beneficios, durante la rehabilitación respiratoria diurna o durante el reposo nocturno?
3. ¿Quiénes se beneficiarían con el uso de ventilación no invasiva?

Pacientes

Pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica e insuficiencia respiratoria crónica que están en un programa de rehabilitación respiratoria.

Intervención

Ventilación no invasiva aplicada durante la realización de la rehabilitación respiratoria o durante la noche.

Objetivo

Evaluar si la VNI aumenta el rendimiento y la calidad de vida de los pacientes con EPOC en un programa de rehabilitación respiratoria.

Resumen de la evidencia

Los estudios clínicos de rehabilitación respiratoria y ventilación no invasiva han sido realizados en pacientes con EPOC, la mayoría en etapa severa o avanzada de su enfermedad y sólo un estudio en etapa leve a moderada. La VNI ha sido utilizada con diversas modalidades durante el entrenamiento muscular y durante el reposo nocturno. En la Tabla 1 se describen los principales estudios controlados que han examinado el efecto de la ventilación no invasiva en la rehabilitación respiratoria de pacientes con EPOC.

En pacientes con EPOC, existe evidencia que la fatiga de la musculatura inspiratoria durante el ejercicio contribuye a la disnea^{9,10}. O'Donnell y cols¹¹, fueron uno de los primeros investigadores que utilizaron VNI en pacientes sometidos a rehabilitación respiratoria. Ellos aplicaron CPAP 4-5 cm de H₂O en seis pacientes con EPOC grave durante el entrenamiento respiratorio y encontraron una mejoría significativa de la resistencia al ejercicio y disminución de la disnea comparado con el grupo que no recibió soporte ventilatorio.

Keylti y cols¹⁰, también encontraron que la adición de VNI durante el entrenamiento muscular se asociaba a mejoría en el rendimiento físico y reducción de la disnea. El mecanismo por el cual se logran estos beneficios fue estudiado por Polkey y cols¹², en pacientes con EPOC grave y encontraron que el uso de VNI con presión de soporte reducía la fatiga de los músculos inspiratorios, y esto representaba una considerable disminución de la carga de los músculos respiratorios.

En otro estudio, Van't Hul y cols¹³, evaluaron el efecto agudo de la VNI durante el ejercicio de extremidades inferiores con cicloergómetro en pacientes con EPOC moderado a severo. Ellos estudiaron a 45 pacientes y encontraron que la aplicación de presión de soporte inspiratoria (PSI) de 10 cm H₂O durante el ejercicio mejoraba en forma significativa la resistencia al ejercicio comparado con la aplicación de PSI de 5 cm H₂O o grupo control.

Dreher y cols¹⁴, en un estudio aleatorizado-cruzado, en pacientes con EPOC con hipercapnia en oxígeno terapia domiciliaria, aplicaron VNI durante la prueba de caminata. Ellos encontraron que durante la prueba de caminata en los pacientes que sólo usaron oxígeno suplementario la PaO₂ disminuyó en forma significativa un promedio de 10,7 mmHg; en cambio, cuando la VNI fue utilizada en conjunto con oxígeno suplementario la PaO₂ aumentó en promedio 10,4 mmHg. Adicionalmente, con la VNI disminuyó

la magnitud de la disnea y aumentó la distancia caminada.

En el estudio de Hawkins y cols¹⁵, encuentran que los pacientes con EPOC grave que recibieron asistencia ventilatoria durante un programa de RR logran mejoría en la capacidad de ejercicio máximo con evidencias de mejor adaptación fisiológica. Similares hallazgos fueron encontrados por Reuveny y cols¹⁶, quienes estudiaron a 19 pacientes con EPOC grave que fueron asignados al azar a VNI con BiPAP o a grupo control sin

Tabla 1. Características de los estudios clínicos controlados que han examinado el efecto de la ventilación no invasiva en la rehabilitación respiratoria de pacientes con Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica

Estudio	Diseño	n	Edad (años)	VEF ₁ (% teórico)	Modalidad de EMEI	Modalidad de VNI	Resultados significativos
O'Donnell et al. ¹¹	VNI/CT	6	67	35	Cicloergómetro	CPAP	Aumenta la capacidad de ejercicio Disminuye la disnea
Keilty et al. ¹⁰	VNI/CT	8	68	NP	Caminata en Treadmill	PSI, CPAP	Aumenta la capacidad de ejercicio Disminuye la disnea
DoImage et al. ¹⁹	VNI/CT	10	59	29	Cicloergómetro	VAP, CPAP	Aumenta la capacidad de ejercicio
Bianchi et al. ¹⁷	VNI/CT	33	64	44	Cicloergómetro	VAP	Sin beneficios
van't Hul et al. ¹⁸	VNI/CT	45	68	39	Cicloergómetro	PSI	Aumenta la capacidad de ejercicio
Hawkins et al. ¹⁵	VNI/CT	19	67	27	Cicloergómetro	VAP	Aumenta la capacidad de ejercicio Disminución del lactato plasmático
Costes et al. ⁸	VNI/CT	14	63	31	Cicloergómetro	PSI	Aumenta la capacidad de ejercicio y VO ₂ Disminuye la disnea y VE
Reuveny et al. ¹⁶	VNI/CT	34	64	32	Treadmill	PSI	Aumenta la capacidad de ejercicio Aumento VO ₂ y VE
Hernández et al. ²⁰	VNI/CT	8	63	25	Cicloergómetro	VAP	Aumenta la capacidad de ejercicio Disminuye la disnea y mejora la gasometría
Garrod et al. ²²	VNI/CT	45	65	35	Cicloergómetro	PSI nocturna	Aumenta la capacidad de ejercicio Mejoría en la calidad de vida
Duiverman et al. ²³	VNI/CT	66	62	< 50	Cicloergómetro, caminata	PSI nocturna	Mejoría calidad de vida y estado funcional Mejoría del intercambio gaseoso

Nota: VEF₁: Volumen espiratorio forzado en el primer segundo, EMEI: Entrenamiento muscular de extremidades inferiores, VNI: Ventilación no invasiva, CT: Grupo control, CPAP: Presión positiva continua de la vía aérea, PSI: Presión de soporte inspiratorio, VAP: Ventilación asistida proporcional, VE: Ventilación minuto, VO₂: Consumo de oxígeno.

soporte ventilatorio, ambos recibieron rehabilitación respiratoria. Ellos encontraron que la VNI producía un efecto beneficioso en el entrenamiento muscular, con aumento del consumo de oxígeno y de la ventilación.

Por el contrario, el estudio realizado por Bianchi y cols¹⁷, no encontró ningún beneficio adicional con el uso de VNI en cuanto a tolerancia al ejercicio, magnitud de la disnea y calidad de vida en comparación con el grupo que sólo recibió entrenamiento muscular. No obstante, este resultado negativo puede explicarse en parte debido a que fue realizado en pacientes con EPOC de gravedad leve a moderada.

Para finalizar, una revisión sistemática de la literatura sobre los efectos agudos del uso de VNI durante el entrenamiento muscular fue recientemente publicada¹⁸. Los autores identificaron quince estudios de los cuales sólo siete cumplieron los criterios de inclusión, con un total de 65 pacientes con EPOC^{10,11,13,15,19-21}. Ellos encontraron que la VNI aplicada durante el entrenamiento muscular en pacientes con EPOC, puede reducir la disnea de esfuerzo ($p < 0,05$) y mejorar la tolerancia al ejercicio ($p < 0,001$).

Por otro lado, existen dificultades de orden práctico asociadas a la administración de la VNI durante el entrenamiento que pueden limitar su aplicación. En este sentido, la utilización de VNI en el domicilio durante el reposo nocturno ha sido evaluada como complemento de la rehabilitación respiratoria.

La adición de la ventilación no invasiva con presión positiva nocturna a un programa de rehabilitación respiratoria en pacientes con EPOC grave pueden producir mayores beneficios en la tolerancia al ejercicio y en la calidad de vida. La razón de realizar la VNI nocturna es que permite disminuir el trabajo de los músculos respiratorios en pacientes con EPOC grave entre las sesiones de entrenamiento muscular durante la rehabilitación pulmonar.

En el estudio aleatorizado-controlado realizado por Garrod y cols²², 45 pacientes con EPOC grave fueron asignados al azar a 12 semanas de entrenamiento físico, ya sea sin VNI ($n = 22$) o con VNI nocturna en su domicilio ($n = 23$). Las presiones inspiratorias y espiratorias (IPAP y EPAP) utilizadas en promedio fueron 16 cmH₂O y 4 cmH₂O, respectivamente. Los autores observaron una mejoría significativa en la prueba de caminata de carga progresiva y en la calidad de vida en el grupo que utilizó VNI. Además, sólo en el grupo de VNI se observó una mejoría significativa en la oxigenación.

En otro estudio randomizado-controlado,

Duiverman y cols²³, evaluaron a 72 pacientes con EPOC, los que fueron asignados a VNI nocturna en un programa de rehabilitación respiratoria ($n = 37$) o sólo recibieron RR ($n = 35$). El período de estudio fue de 12 semanas y la presión inspiratoria de la vía aérea fue titulada para alcanzar una gasometría nocturna óptima, es decir, una PaCO₂ = 45 mmHg y una PaO₂ = 60 mmHg. Los pacientes fueron evaluados antes y a los tres meses. Los autores concluyen que la VNI aumenta los beneficios de la RR en pacientes con EPOC e insuficiencia respiratoria hipercápnica crónica con evidencias de mejoría en la calidad de vida, estatus funcional e intercambio gaseoso.

En cuanto a la modalidad de VNI aplicada, el meta-análisis realizado por Van't Hul y cols¹⁸, analizaron presión positiva continua de la vía aérea (CPAP), presión de soporte inspiratorio (PS) y ventilación proporcional asistida (VAP). Ellos encontraron que la PS es más eficiente y que mejora significativamente la capacidad de ejercicio comparado con las otras modalidades.

Grado de recomendación

Recomendamos la utilización de la ventilación no invasiva en pacientes seleccionados, con EPOC en etapa grave o avanzado, y en aquéllos con respuestas sub-óptimas al ejercicio. La utilización de la ventilación no invasiva debe ser preferentemente nocturna, y utilizando presión de soporte inspiratorio, la cual puede permitir alcanzar mayores intensidades de entrenamiento muscular y disminuir la sobrecarga de los músculos respiratorios, la magnitud de la disnea y lograr mejoría del intercambio gaseoso (calidad de la evidencia B, fuerza de la recomendación moderada).

Conclusiones

Si bien, la mayoría de los estudios analizados favorecen el uso de VNI en un programa de rehabilitación respiratoria, cualquier conclusión definitiva acerca de la utilidad clínica potencial es difícil de obtener debido al pequeño tamaño de los estudios. También, en los estudios analizados existen diversas diferencias tales como variabilidad de las alteraciones funcionales al inicio del estudio, diferencias en los dispositivos de ventilación y en las características de los ventiladores utilizados. A su vez, existe diversidad entre los protocolos de ventilación, en los dispositivos para evitar la reinhalación de CO₂ y en los pro-

toscolos de ejercicios y evaluación de la disnea. Por otro lado, el costo y la disponibilidad de un equipo de ventilación no invasiva exclusivo para rehabilitación respiratoria hace poco probable su uso en nuestros hospitales. No obstante, en Chile esta en ejecución un programa ministerial de ventilación no invasiva domiciliaria en pacientes con EPOC, lo cual permitiría asociarles rehabilitación respiratoria a aquellos con enfermedad avanzada que tengan indicación. De todas formas son necesarios nuevos estudios prospectivos aleatorizados-controlados con un mayor número de pacientes que evalúen el impacto que tiene la VNI no tan sólo en el corto plazo sino también en el largo plazo, lo que permitirá determinar si la asistencia ventilatoria es un complemento útil para los protocolos de rehabilitación respiratoria en pacientes con EPOC.

Bibliografía

- 1.- BROCHARD L, MANCEBO J, WYSOCKI M, LO-FASO F, CONTI G, RAUSS A, et al. Noninvasive ventilation for acute exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *N Engl J Med* 1995; 333: 817-22.
- 2.- ARANCIBIA F, UGARTE S, SALDÍAS F. Ventilación no invasiva en pacientes con enfermedades pulmonares obstructivas. *Rev Chil Enf Respir* 2008; 24: 185-91.
- 3.- DÍAZ O. Efectos fisiológicos de la ventilación no invasiva. *Rev Chil Enf Respir* 2008; 24: 177-84.
- 4.- DÍAZ O, BÉGIN P, TORREALBA B, JOVER E, LISBOA C. Effects of noninvasive ventilation on lung hyperinflation in stable hypercapnic COPD. *Eur Respir J* 2002;20:1490-8.
- 5.- WOUTERS E F. Nonpharmacologic modulation of dynamic hyperinflation. *Eur Respir Rev* 2006; 15: 90-5.
- 6.- NICI L, DONNER C, WOUTERS E, ZUWALLACK R, AMBROSINO N, BOURBEAU J, et al. American Thoracic Society/European Respiratory Society statement on pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med* 2006; 173: 1390-413.
- 7.- TROOSTERS T, CASABURI R, GOSSELINK R, DECRAMER M. Pulmonary rehabilitation in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2005; 172: 19-38.
- 8.- COSTES F, AGRESTI A, COURT-FORTUNE I, ROCHE F, VERGNON J M, BARTHÉLÉMY J C. Noninvasive ventilation during exercise training improves exercise tolerance in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil* 2003; 23: 307-13.
- 9.- KYROUSSIS D, POLKEY M I, KEILTY S E, MILLS G H, HAMNEGARD C H, MOXHAM J, et al. Exhaustive exercise slows inspiratory muscle relaxation rate in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 1996; 153: 787-93.
- 10.- KEILTY S E, PONTE J, FLEMING T A, MOXHAM J. Effect of inspiratory pressure support on exercise tolerance and breathlessness in patients with severe stable chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 1994; 49: 990-4.
- 11.- 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* 1988; 138: 1510-4.
- 12.- POLKEY M I, KYROUSSIS D, MILLS G H, HAMNEGARD C H, KEILTY S E, GREEN M, et al. Inspiratory pressure support reduces slowing of inspiratory muscle relaxation rate during exhaustive treadmill walking in severe COPD. *Am J Respir Crit Care Med* 1996; 154: 1146-50.
- 13.- VAN'T HUL A, GOSSELINK R, HOLLANDER P, POSTMUS P, KWAKKEL G. Training with inspiratory pressure support in patients with severe COPD. *Eur Respir J* 2006; 27: 65-72.
- 14.- DREHER M, STORRE J H, WINDISCH W. Noninvasive ventilation during walking in patients with severe COPD: a randomised cross-over trial. *Eur Respir J* 2007; 29: 930-6.
- 15.- HAWKINS P, JOHNSON L C, NIKOLETOU D, HAMNEGÅRD C H, SHERWOOD R, POLKEY M I, et al. Proportional assist ventilation as an aid to exercise training in severe chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 2002; 57: 853-9.
- 16.- REUVENY R, BEN-DOV I, GAIDES M, REICHERT N. Ventilatory support during training improves training benefit in severe chronic airway obstruction. *Isr Med Assoc J* 2005; 7: 151-5.
- 17.- BIANCHI L, FOGLIO K, PORTA R, BAIARDI R, VITACCA M, AMBROSINO N. Lack of additional effect of adjunct of assisted ventilation to pulmonary rehabilitation in mild COPD patients. *Respir Med* 2002; 96: 359-67.
- 18.- 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: a systematic review. *J Cardiopulm Rehabil* 2002; 22: 290-7.
- 19.- DOLMAGE T E, GOLDSTEIN R S. Proportional assist ventilation and exercise tolerance in subjects with COPD. *Chest* 1997; 111: 948-54.
- 20.- HERNÁNDEZ P, MALTAIS F, GURSAHANEY A, LEBLANC P, GOTTFRIED S B. Proportional assist ventilation may improve exercise performance in severe chronic obstructive pulmonary disease. *J Cardiopulm Rehabil* 2001; 21: 135-42.
- 21.- CHRUSCH C, BAUERLE O, YOUNES M. The effect of proportional assist ventilation on exercise endurance time in COPD. *Am J Respir Crit Care Med* 1996; 153: A171.
- 22.- GARROD R, MIKELSONS C, PAUL E A, WEDZI-

CHA J A. Randomized controlled trial of domiciliary noninvasive positive pressure ventilation and physical training in severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med* 2000; 162: 1335-41.

23.- DUIVERMAN M L, WEMPE J B, BLADDER G, JANSEN D F, KERSTJENS H A, ZIJLSTRA J G, et al. Nocturnal non-invasive ventilation in addition to rehabilitation in hypercapnic patients with COPD. *Thorax* 2008; 63: 1052-7.

Correspondencia a:
Dr. Francisco Arancibia H.
Servicio de Medicina, Instituto Nacional del Tórax.
Av. J. M. Infante 717, Providencia.
Santiago, Chile.
E-mail: fearancibia@gmail.com