

Ventilación no invasiva en cifoescoliosis. Estudio comparativo entre respirador volumétrico y soporte de presión (BIPAP)

E. Laserna, E. Barrot, A. Belaustegui, E. Quintana, A. Hernández y J. Castillo

Unidad Médico-Quirúrgica de Enfermedades Respiratorias. Hospital Universitario Virgen del Rocío. Sevilla. España.

El tratamiento de elección de los pacientes con insuficiencia respiratoria crónica secundaria a cifoescoliosis grave es la administración de ventilación no invasiva domiciliaria.

El propósito de nuestro estudio ha sido comparar, en un estudio prospectivo, cruzado y aleatorizado, la evolución clínica, gasométrica y funcional tras un mes de tratamiento domiciliario con los dos tipos de respirador, así como evaluar las alteraciones que presentan durante el sueño estos enfermos.

Para ello hemos incluido en el estudio a 10 pacientes con insuficiencia respiratoria crónica secundaria a afección restrictiva por cifoescoliosis.

Se asignó a cada paciente el primer dispositivo de manera aleatoria y tras un mes de tratamiento en su domicilio se realizó una nueva evaluación clínica, funcional y polisomnográfica con el respirador. El mismo protocolo se aplicó con el segundo dispositivo, dejando entre uno y otro 10 días de descanso.

En la polisomnografía basal observamos un sueño fragmentado, con disminución de las fases profundas de sueño NREM y de sueño REM, así como un patrón respiratorio con frecuencias muy elevadas que coincidían con importantes desaturaciones.

En todos los enfermos se objetivó una mejoría clínica y gasométrica con ambos dispositivos, sin diferencias estadísticas entre ellos. En los registros polisomnográficos se observó una disminución significativa en el porcentaje de tiempo transcurrido con saturación de oxígeno por debajo del 90% con ambos respiradores respecto al registro basal.

En nueve de los 10 pacientes se observó una mejor adaptación y tolerancia a la presión de soporte respecto al respirador volumétrico.

En conclusión, en nuestra experiencia la ventilación no invasiva en los pacientes con insuficiencia respiratoria crónica secundaria a cifoescoliosis es igualmente efectiva administrada con respirador volumétrico o con soporte de presión (BIPAP). La respuesta subjetiva y la adaptación al dispositivo parece ligeramente superior para el BIPAP.

Palabras clave: Ventilación no invasiva. Soporte de presión. Cifoescoliosis.

Non-invasive ventilation in kyphoscoliosis.
A comparison of a volumetric ventilator
and a BIPAP support pressure device

Non-invasive intermittent positive pressure ventilation (NIPPV) at home is the treatment of choice for patients with chronic respiratory insufficiency secondary to severe kyphoscoliosis. Our aim was to compare clinical course, blood gases and lung function after one month of domiciliary NIPPV with two types of ventilator and to assess sleep pattern changes in patients enrolled in a prospective, randomized crossover study. Ten patients with chronic respiratory insufficiency due to kyphoscoliosis were enrolled and randomly assigned to the first device. After one month of use, the patients underwent clinical and functional examinations and polysomnographic studies while using the ventilator. The same protocol was applied with the second device after a ten-day washout period. Baseline polysomnographs showed fragmented sleep with low percentages of deep non-REM sleep and of REM sleep, as well as respiratory patterns characterized by very high frequencies coinciding with significant desaturations. In all cases symptoms and arterial blood gas improvements were significant, with no differences between the two treatment periods. The percentages of time spent with SaO₂ below 90% of reference in sleep studies were significantly lower than baseline with both ventilators. All but one patient had better tolerance of the bilevel positive airway pressure (BIPAP) support mode than of the volumetric ventilator. Our study shows that NIPPV is equally effective for patients with kyphoscoliosis whether administered with a volumetric ventilator or a BIPAP device. Subjective response and tolerance seem to be slightly better with BIPAP.

Key words: Non-invasive ventilation. Pressure support. Kyphoscoliosis.

Introducción

La ventilación mecánica no invasiva (NIPPV) está siendo ampliamente utilizada en el tratamiento de la in-

suficiencia respiratoria crónica y aguda en pacientes con diferentes enfermedades respiratorias. Entre ellas, es en el fallo respiratorio crónico de afecciones restrictivas¹⁻⁴ donde se están obteniendo los mejores resultados. Está suficientemente demostrada su eficacia en la mejora del intercambio gaseoso y de los síntomas de la hipoventilación en estos pacientes.

Para la ventilación no invasiva por vía nasal, pueden usarse tanto ventiladores controlados por volumen como

Correspondencia: Dra. E. Laserna Martínez.
Sinaí, 14, 2.º A. 41007 Sevilla. España.
Correo electrónico: elena_laserna@hotmail.com

Recibido: el 28-1-2002; aceptado para su publicación el 8-5-2002.

dispositivos controlados por presión. La elección del tipo de respirador todavía es motivo de controversia y se hace atendiendo a la comodidad del paciente y a la capacidad de corregir la hipoventilación que presentan estos enfermos. La mayoría de los estudios realizados han utilizado ventiladores controlados por volumen^{2,3,5}. Sin embargo, la aplicación de los dispositivos de presión de soporte está ganando aceptación y trabajos recientes están enfatizando las ventajas de estos aparatos: mayor comodidad para el paciente y, en cierta medida, su capacidad para compensar fugas⁶. Por estos motivos creemos que los dispositivos de presión pueden ser igual de efectivos en los pacientes cifoesciolóticos.

Los pacientes con enfermedad restrictiva de la caja torácica e insuficiencia respiratoria global diurna presentan, de forma temprana, trastornos respiratorios durante el sueño^{7,8}. Las características de éstos, su papel en la patogenia de la hipoventilación y su potencial corrección con ventiloterapia no invasiva están todavía en fase de estudio. Existen pocos trabajos en los que se describan los hallazgos polisomnográficos en situación basal y con soporte ventilatorio^{7,9}.

Los objetivos de nuestro estudio han sido: comparar la eficacia terapéutica de cada uno de los métodos de ventilación (respirador volumétrico y por soporte de presión) y evaluar los trastornos respiratorios durante el sueño en un grupo homogéneo de pacientes con cifoesciolosis grave.

Pacientes y método

Selección de pacientes

Entre enero de 1997 y de 2001 se incluyó en el estudio a 10 pacientes remitidos a nuestra consulta externa de aparato respiratorio que cumplieran los siguientes criterios de inclusión: *a*) presentar una cifoesciolosis grave; *b*) tener indicación para iniciar soporte ventilatorio: insuficiencia respiratoria global ($\text{PaCO}_2 > 45$ mmHg) o afección funcional restrictiva grave con una capacidad vital inferior a un 40% de su teórico, acompañada de síntomas de hipoventilación alveolar (cefalea matutina, hipersomnolencia diurna, fatiga) o disnea de esfuerzo progresiva; *c*) encontrarse en situación estable (sin ingresos hospitalarios en los últimos 3 meses), y *d*) no haber recibido ningún tipo de soporte ventilatorio con anterioridad.

Se solicitó por escrito el consentimiento informado a todos los pacientes.

Se excluyó a los sujetos que habían presentado cualquier agudización de su enfermedad respiratoria de base en los últimos 3 meses previos a la inclusión en el estudio, fiebre, inestabilidad hemodinámica, hipertensión arterial no controlada, cardiopatía isquémica aguda o falta de cooperación.

Exploración funcional respiratoria

Las pruebas de función pulmonar se realizaron por la mañana, con el paciente sentado y respirando aire ambiente.

La gasometría arterial se realizó por punción de la arteria radial y las muestras se procesaron de inmediato en un analizador AVL 945 (Graz, Alemania).

La espirometría forzada se realizó en un espirómetro estándar tipo Stead-Wells (Minjhardt Volumograph). La determinación de volúmenes pulmonares se llevó a cabo por pletismografía (Masterlab, E. Jäger, Würzburg, Alemania).

Las presiones máximas inspiratorias y espiratorias se midieron desde la capacidad residual funcional con la vía aérea

ocluida, mediante un manómetro Sibelmed 163 (Sibel, Barcelona) y siguiendo la técnica de Black y Hyatt¹⁰. Se realizaron 6 maniobras y se eligió la mejor de ellas.

Se calcularon los valores teóricos, tomándose la envergadura como altura en centímetros.

Registros polisomnográficos

Los registros durante el sueño se realizaron con un polisomnógrafo SleepLab (Jaeger) e incluían: electroencefalografía (C3-A2, C4-A1), electrograma ocular (EOG) derecho e izquierdo, electromiografía submentoniana, electrocardiograma (ECG), flujo oronasal con termistores, movimiento toracoabdominal y pulsoximetría (Pulsox7, Minolta).

La lectura de los estadios del sueño (siguiendo los criterios de Rechtschaffen y Kales¹¹), el número de apneas e hipopneas, el análisis de la saturación de oxígeno y el electrocardiograma se llevaron a cabo de forma automática, con una posterior revisión manual. Las apneas fueron definidas como el cese del flujo aéreo de duración igual o superior a 10 segundos y las hipopneas como la reducción $> 50\%$ del flujo aéreo, acompañada de un descenso de al menos el 2% en la saturación de oxígeno.

Se realizaron 3 registros polisomnográficos a cada paciente: el primero en situación basal, el segundo al final del primer período de tratamiento con ventilación no invasiva con el dispositivo (respirador volumétrico o BIPAP) que, de forma aleatoria, le hubiera correspondido en primer lugar, y el tercero al finalizar el segundo período de tratamiento con el otro dispositivo.

Ventilación no invasiva: dispositivos y parámetros utilizados

Los dispositivos utilizados fueron un respirador volumétrico PLV-100 (Life Care) en modo asistida-controlada ajustando el volumen corriente (V_t) según el peso del paciente (10-12 ml/kg) y valorando también la capacidad vital medida en cada paciente. La frecuencia respiratoria se ajustó 1-2 respiraciones por debajo de la frecuencia del paciente en vigilia, siendo la mínima de 12 y la media de 15,3. La relación I:E se ajustó alrededor de 1:1.

Para la ventilación por soporte de presión se utilizó el dispositivo BIPAP-ST (Respironics Inc. Murrysville, PA, EE.UU.). Se trata de un respirador limitado por la presión (hasta 20 cmH_2O) y ciclado por el flujo en el que se puede programar un nivel de presión inspiratoria y espiratoria, siendo la diferencia entre ambas la presión efectiva de soporte. El modo ST permite ajustar una frecuencia respiratoria mínima actuando como el modo asistida-controlada.

La presión inspiratoria (IPAP) se fue aumentando de forma gradual, según la tolerancia del paciente, hasta conseguir una ventilación efectiva evitando las fugas aéreas. La presión espiratoria (EPAP) se situó en la presión mínima aconsejable que evitase el *rebreathing* de CO_2 al utilizar la válvula espiratoria estándar Whisper-Swivel (Respironics Inc. Murrysville, PA, EE.UU.) (4 cmH_2O).

No se añadió oxígeno al tratamiento con ventilación en ningún paciente.

Para la administración de ambos tipos de ventilación empleamos mascarillas nasales comerciales Respironics[®].

La efectividad de la ventilación mecánica se evaluó mediante pulsoximetría nocturna y la determinación de los gases arteriales, 2 h después del inicio de la ventilación y tras 4 h de desconexión del respirador.

Diseño del estudio

Inicialmente, a todos los pacientes en situación basal se les realizó una exploración funcional respiratoria por la mañana, en la que se determinaron los gases arteriales respirando aire ambiente. La misma noche se practicó un registro polisomno-

gráfico de sueño espontáneo nocturno en el laboratorio del sueño de nuestro hospital. A continuación se ingresó a los pacientes en la planta de hospitalización del servicio de neumología y se inició la adaptación y el control de la eficacia de la ventilación a uno u otro dispositivo, escogidos según una lista aleatoria, para lo cual se utilizó la gasometría arterial y la pulsoximetría nocturna.

Una vez conseguida la adaptación al dispositivo y controlada la eficacia minimizando las fugas, se procedió al alta hospitalaria, siguiendo el paciente tratamiento domiciliario, con el dispositivo correspondiente, durante un mes.

Al final del primer mes se llevó a cabo una nueva exploración funcional respiratoria completa y un registro polisomnográfico nocturno bajo ventilación no invasiva.

Tras esta evaluación se suspendió el soporte ventilatorio durante 10 días, indicando a los pacientes que consultaran si se producían cambios o deterioro en su situación clínica que obligaran a reiniciar el tratamiento. El mismo protocolo se aplicó con el segundo ventilador.

Una vez terminado el protocolo completo, se informó al paciente de los resultados y se decidió conjuntamente el ventilador más adecuado según los resultados objetivos y la comodidad valorada por cada paciente mediante una escala analógica visual, con valores desde 0, no tolerable, hasta 10, muy confortable.

Análisis estadístico

Los resultados se expresan como medias \pm desviación estándar (DE). Se han comparado las variables cuantitativas basales y tras cada protocolo usando el test de la t de Student para variables apareadas.

Los cálculos se han realizado mediante el paquete estadístico SPSS 10.0 (1999) (Chicago, EE.UU.).

Se ha considerado significativo un valor de $p < 0,05$.

Resultados

Un total de 10 pacientes que cumplían los criterios de inclusión fueron seleccionados, 6 mujeres y 4 varones, cuya edad media fue de 53,3 años. La edad, el sexo, el peso y la exploración funcional respiratoria basal de todos los pacientes se detallan en la tabla I. Todos ellos tenían cifoescoliosis grave (ángulo de Cobb entre 90 y 130°). El índice de masa corporal (IMC) medio fue de $24 \pm 4 \text{ kg/m}^2$. En todos los casos se apreciaba una insuficiencia respiratoria global o una restricción respiratoria grave, con una capacidad vital cercana al 40% de su teórico, con síntomas de hipoventilación alveolar.

No existieron cambios significativos en la exploración funcional respiratoria tras el tratamiento respecto a los valores basales.

Ventilación no invasiva

El período de adaptación de los pacientes al respirador fue de 5,7 días de media (rango, 4-8 días) para el respirador volumétrico y de 4 días (rango, 3-6 días) para el BIPAP. Durante el período de tratamiento, el cumplimiento medido por el número de horas fue de 7,2 h para el BIPAP y de 6,5 h para el volumétrico. Todos los pacientes, excepto uno, consideraron más cómodo el dispositivo de soporte de presión, siendo los valores de la escala visual de $6,2 \pm 2,2$ para el BIPAP y de $4,8 \pm 1,7$ para el volumétrico. Finalizado el estudio, 9 pacientes,

en los que se constataron resultados superponibles con ambos dispositivos, pudieron escoger el tipo de respirador para continuar el tratamiento domiciliario: ocho continuaron con BIPAP y uno con volumétrico. En un caso se aconsejó al paciente que continuara con el respirador de volumen tras constatarse que necesitaba presiones superiores a 22 cmH_2O en la vía aérea y mantener un mejor grado de saturación en el registro nocturno, para lo que era mejor dicho dispositivo.

En las tablas II y III exponemos las características finales programadas en cada tipo de ventilador y para cada paciente, así como la evolución de la pO_2 y pCO_2 medidas respirando aire ambiente.

Estudios del sueño

Sólo un paciente presentó un índice de apnea superior a 10, por lo que se le realizó un registro adicional con CPAP hasta conseguir la desaparición de las apneas, constatándose la persistencia de desaturaciones severas y mantenidas no relacionadas con apneas. Por ello, se decidió realizar el tratamiento con BIPAP. En los otros

TABLA I
Edad y exploración funcional respiratoria basal (n = 10)

Paciente n.º/sexo	Edad (años)/ peso (kg)	FVC (ml)	FVC (%)	FEV1/ FVC (%)	FRC (%)	RV (%)	TLC (%)	PI Máx (%)
1/V	60/73	1.260	36	57	75	96	58	31
2/V	39/87	1.100	29	92	45	55	35	32
3/V	50/60	420	12	80	37	48	24	35
4/M	68/54	704	31	63	44	51	38	25
5/M	58/50	699	31	66	45	58	40	50
6/M	44/52	610	23	81	77	52	52	37
7/M	62/56	720	34	77	55	70	44	25
8/M	40/60	570	23	70	46	55	34	21
9/M	72/50	810	48	66	86	99	66	25
10/V	48/57	990	27	75	39	76	45	38
Media	53/59	801	29	72	54	65	43	32
\pm DE	11/11	285	9	10	17	18	12	8

FVC: capacidad vital forzada; FEV1: volumen espiratorio forzado al primer segundo; FRC: capacidad residual funcional; RV: volumen residual; TLC: capacidad pulmonar total; PI máx: presión muscular inspiratoria máxima.

TABLA II
Características programadas del ventilador volumétrico y evolución gasométrica

Paciente n.º	Vt (ml)	FR	I:E	pO_2I (mmHg)	pO_2F (mmHg)	pCO_2I (mmHg)	pCO_2F (mmHg)	Horas de uso
1	600	18	1:1	63	85	58	46	6
2	760	15	1:2	40	77	85	45	7
3	400	20	1:1	55	52	55	55	6
4	690	16	1:1	49	51	57	55	7
5	510	24	1:1	46	60	50	48	5
6	650	12	1:1	75	84	43	41	7
7	420	15	1:1	69	83	48	45	6
8	600	15	1:2	79	85	49	43	7
9	550	17	1:1	61	74	45	44	6
10	550	17	1:1	80	87	43	41	8
Media	520	15,3	1,09	61	73,8	53	46,3	6,5
\pm DE	203	5	0,5	14	14	12	5	0,8

Vt: volumen tidal; FR: frecuencia respiratoria; I:E: proporción tiempo inspiratorio/espiratorio; pO_2I : presión parcial de oxígeno basal; pO_2F : presión parcial de oxígeno tras el tratamiento con volumétrico; pCO_2I : presión parcial de carbónico basal; pCO_2F : presión parcial de carbónico tras el tratamiento con volumétrico.

pacientes encontramos, coincidiendo con importantes desaturaciones, un patrón respiratorio con frecuencias muy elevadas (18-30 respiraciones/min), sin cambios aparentes en la fase del sueño (es decir, sin reacción de "despertar" o *arousal*).

Ocasionalmente, la aparición de una apnea breve ha sido el desencadenante de un *arousal*, con el consiguiente cambio en el patrón respiratorio y la recuperación de la desaturación.

En cuanto a la estructura del sueño, en los estudios basales hemos encontrado un sueño desestructurado y con disminución de los porcentajes de estadios 3 y 4 de sueño NREM y del sueño REM. No hemos encontrado diferencias significativas en la eficacia del sueño ni en los estadios entre el estudio basal y los registros realizados bajo ventilación no invasiva con ambos respiradores (tabla IV).

En la tabla V se exponen los datos obtenidos del registro continuo de la saturación de oxígeno durante la noche. El número de desaturaciones que definimos como "espontáneas", es decir, no relacionadas con apneas o hipopneas, y el porcentaje de tiempo transcurrido con una saturación por debajo del 90% descendió de forma significativa desde un 74% en situación basal a un 11% cuando el registro se realizó con respirador volumétrico y a un 9% con BIPAP.

La saturación mínima alcanzada durante la noche puso de manifiesto una importante mejoría en los registros realizados bajo ventilación no invasiva con ambos dispositivos respecto al registro basal; hay que destacar una mayor estabilidad en el registro oximétrico, con desaturaciones menos profundas en los registros realizados con soporte de presión.

Discusión

Nuestros resultados demuestran que, tanto el modo ventilatorio controlado por volumen como el controlado por presión, son igualmente efectivos a la hora de administrar ventilación no invasiva en sujetos con cifoesc-

TABLA III
Características programadas del BIPAP y evolución gasométrica

Paciente n.º	P _{ins} (cmH ₂ O)	P _{esp} (cmH ₂ O)	FR	PO ₂ I (mmHg)	PO ₂ F (mmHg)	PCO ₂ I (mmHg)	PCO ₂ F (mmHg)	Horas de uso
1	16	4	12	62	87	56	40	7
2	18	4	14	41	75	79	47	9
3	14	4	12	55	62	55	47	6
4	16	4	14	49	50	58	53	6
5	18	4	16	46	64	50	42	6
6	20	4	12	75	82	46	45	7
7	18	4	12	69	82	48	45	8
8	18	4	14	79	87	49	41	8
9	16	4	16	61	72	45	45	6
10	20	4	14	80	85	43	42	9
Media	15,8	3,6	13,6	60	74,6	54	44,7	7,2
± DE	5	1	1	17	12	18	3	1,2

P_{ins}: presión inspiratoria; P_{esp}: presión espiratoria; FR: frecuencia respiratoria; pO₂I: presión parcial de oxígeno basal; pO₂F: presión parcial de oxígeno tras el tratamiento con BIPAP; pCO₂I: presión parcial de carbónico basal; pCO₂F: presión parcial de carbónico tras el tratamiento con BIPAP.

TABLA IV
Parámetros polisomnográficos (n = 10)

	Basal	Volumétrico	BIPAP
TTS (min)	368 ± 55	326 ± 54	314 ± 73
S1-2 (%)	51 ± 15	49 ± 10	54 ± 13
S3-4 (%)	29 ± 12	31 ± 16	26 ± 15
REM (%)	19 ± 11	20 ± 11	19 ± 7
IAH	2,5 ± 3	2,3 ± 3	4,8 ± 4

Valores expresados como medias ± DE. No hay diferencias estadísticas entre los grupos.

TTS: tiempo total de sueño; S1-2 (%): porcentaje de sueño transcurrido en estadio 1 y 2; S3-4 (%): porcentaje de sueño transcurrido en estadio 3 y 4; REM (%): porcentaje de sueño transcurrido en fase REM; IAH: índice de apnea-hipopnea.

TABLA V
Gasometría arterial diurna y registro oximétrico nocturno (n = 10)

	Basal	Volumétrico	BIPAP
PaO ₂ (mmHg)	61 ± 14	73 ± 14*	74 ± 12*
PaCO ₂ (mmHg)	53 ± 12	46 ± 3*	44 ± 3*
Desaturaciones espontáneas	175 ± 37	52 ± 29*	51 ± 31*
SaO ₂ % mínima	56 ± 10	75 ± 10*	78 ± 8*
SaO ₂ < 90 (%)	74 ± 26	11 ± 13*	9 ± 13*
SaO ₂ < 90 (min)	265 ± 90	34 ± 49*	36 ± 53*

Valores expresados como medias ± DE. *p < 0,01 respecto a los valores basales. SaO₂% mínima: saturación de oxígeno mínima; SaO₂ < 90 (%): porcentaje de tiempo transcurrido con saturación de oxígeno menor del 90%; SaO₂ < 90 (min): tiempo en minutos transcurrido con saturación de oxígeno menor del 90%.

liosis grave y fallo respiratorio crónico. En nuestros pacientes, los resultados de la evaluación gasométrica, funcional y polisomnográfica tras un mes de tratamiento con cada dispositivo, con un período de descanso de 10 días, fueron superponibles.

Nos gustaría destacar la mayor estabilidad del registro oximétrico nocturno con el respirador de soporte de presión y, en segundo lugar, la mayor aceptabilidad y tolerancia por parte de los enfermos hacia este tipo de ventilador.

En pocos años, las técnicas de ventilación no invasiva en pacientes con insuficiencia respiratoria crónica han evolucionado rápidamente y, de hecho, se han consolidado en nuestra práctica diaria^{12,13}. Hasta mediados de los años noventa, la aplicación de ventilación no invasiva domiciliar se realizaba casi de forma exclusiva con respiradores volumétricos, especialmente en los pacientes con insuficiencia respiratoria crónica de tipo restrictivo^{2,3,14}.

La difusión, en los últimos años, de los respiradores de soporte de presión, su probada eficacia en pacientes con insuficiencia respiratoria aguda¹⁵ y crónica y su facilidad de manejo los convierten en una alternativa a tener en cuenta en el tratamiento de estos pacientes^{6,7,13,16}.

Sus ventajas radican principalmente en dos factores; el primero es el *trigger* de flujo, de alta sensibilidad y que favorece la adaptación del paciente. El segundo es la compensación de pequeñas fugas aéreas, al ajustar el flujo generado para conseguir el nivel de presión predefinida, lo que puede explicar la mayor estabilidad en la oximetría nocturna que hemos encontrado^{16,17}.

Una de las limitaciones de estos dispositivos se deriva de los niveles de presión máxima que generan (22 cmH₂O) que, en ocasiones, es insuficiente para conseguir un adecuado intercambio gaseoso.

Entre las ventajas de los ventiladores controlados por volumen se encuentra el hecho de que se mantenga un volumen inspiratorio constante, mientras que la presión inspiratoria varía con la compliancia pulmonar o de la pared torácica. Un inconveniente al utilizar estos dispositivos en ventilación no invasiva es la dificultad para asegurar un volumen corriente adecuado ante la posible existencia de fugas aéreas; además, hay que señalar la existencia de los sistemas de alarmas para alta y baja presión, que en pacientes no totalmente dependientes del ventilador son innecesarias e incómodas, puesto que pueden interrumpir el sueño nocturno^{16,18}.

Revisando la bibliografía encontramos escasos estudios que comparen ambos modos de ventilación, y los pocos que existen adolecen de limitaciones, como la comparación en períodos de tiempo excesivamente cortos¹⁹ o la gran heterogeneidad de los pacientes estudiados valorándose, en una misma serie²⁰, pacientes con insuficiencia respiratoria secundaria a obesidad, EPOC o síndrome pospolio, además de no disponer de registro polisomnográfico nocturno.

Uno de los trabajos más importantes en este sentido es el de Schönhofer²⁰, en el que se comparan dos modos de ventilación, uno por presión y otro por volumen, en una serie de 30 pacientes con insuficiencia respiratoria crónica. Del total de su serie, este autor encuentra que un 5% de los pacientes no son adecuadamente ventilados con BIPAP. Esta diferencia con nuestros resultados puede deberse, en parte, a que su serie es más amplia, pero hay que tener en cuenta que dicha serie incluye diferentes enfermedades, tanto obstructivas como restrictivas, de las cuales tan sólo cuatro son cifoescoliosis.

En nuestro estudio hemos decidido que la duración del período de retirada sea de 10 días, ya que en estudios previos se ha comprobado que la retirada de la NIPPV durante una semana es suficiente para que empeore la hipoventilación nocturna y para que recurran los síntomas²¹. Por otro lado, hace unos años, Masa et al⁹ valoraron los efectos de la retirada de NIPPV (volumétricos) en pacientes restrictivos durante 15 días, y comprobaron el empeoramiento del intercambio de gases durante la noche, sobre todo en la fase REM. Incluso algunos autores han comparado ambos modos de ventilación sin intervalo libre de tratamiento²⁰.

La descripción de los hallazgos polisomnográficos y los trastornos respiratorios en los pacientes con cifoescoliosis son escasos y dispares. En 1981, Guilleminault et al²² publicaron un estudio de 7 pacientes en los que encontraron, como principal trastorno respiratorio durante el sueño, la existencia de un índice muy elevado de apneas obstructivas. En unos de sus trabajos, Ellis⁷ describe una gran variedad de trastornos respiratorios durante el sueño en pacientes cifoescolioticos, destacando las apneas obstructivas y la hipoventilación. En estos pacientes, el tratamiento con BIPAP mejoraba la duración y la calidad del sueño.

Por otra parte, Mezn et al⁸ estudiaron a 5 pacientes con cifoescoliosis y encontraron un aumento del tiempo

transcurrido en estadio 1 y un aumento de los despertares, así como una disminución del sueño REM y del estadio 2. Además, estos pacientes tenían algunas apneas centrales en la fase REM. Este autor también destaca que los pacientes más sintomáticos son los que presentan más alteraciones durante el sueño.

En 1992, Waldhorn¹⁸ describió, en 3 pacientes cifoescolioticos a los que realizaba polisomnografías, pocas apneas centrales y algunas hipopneas; pero las alteraciones predominantes fueron prolongados períodos de hipoventilación durante el sueño. Por último, en uno de sus trabajos, Bach⁵ realizó polisomnografías a individuos cifoescolioticos en tratamiento con volumétricos, encontrando más desaturaciones en la fase REM. En este trabajo destaca el hecho de que las fugas aéreas a través de la boca se asociaran con frecuentes *arousals* durante los estadios 1 y 2, que contribuirían a la fragmentación del sueño y disminuirían su eficiencia y su calidad. Esto también es sugerido en los trabajos de Leger y Meyer^{3,6}. De todas formas, la ventilación nasal mejoraría la calidad del sueño en estos pacientes, según Bach.

Nuestros hallazgos demuestran que, aunque estos pacientes presentan una estructura del sueño deficiente, con fragmentación y bajo porcentaje de los estadios 3-4 del sueño NREM, no hay variaciones significativas entre el registro basal y los realizados con ventilación no invasiva en ambos modos.

En nuestros pacientes, el patrón respiratorio encontrado coincidiendo con los períodos de desaturación ha sido una frecuencia respiratoria elevada, lo que coincide con los hallazgos descritos por Ellis et al⁷. En algunos sólo se apreciaban descensos importantes en la saturación en la fase REM y en otros en todos los estadios del sueño. Únicamente un paciente presentó un índice apnea-hipopnea (IAH) de 21, observándose la desaparición de las apneas con CPAP con la persistencia de un índice de desaturación muy elevado; el resto presentó IAH entre 0 y 3, siendo la aparición de apneas esporádica y con escasa repercusión en las desaturaciones, aunque en algunos casos su aparición comportaba una reacción de despertar con recuperación del nivel basal en la saturación de oxígeno.

La valoración del tratamiento óptimo para un paciente determinado debe basarse, evidentemente, en criterios de eficacia objetivos, como la gasometría arterial y los signos clínicos pero, teniendo en cuenta que los pacientes que requieren NIPPV a largo plazo tienen con frecuencia importantes minusvalías e incomodidades derivadas de su enfermedad de base, no podemos subestimar los factores que favorecen la comodidad del enfermo (peso del dispositivo, ruido, alarmas) o su coste.

En los pacientes con cifoescoliosis grave, la dificultad mecánica no va asociada a una enfermedad muscular evolutiva *per se* por lo que, una vez conseguida la adaptación al aparato y la estabilización clínica y gasométrica, raramente requieren modificaciones durante largos períodos de tiempo^{2,3}. Por tanto, consideramos importante valorar, específicamente en esta afección, el tratamiento eficaz, más confortable para el paciente y de menor coste.

En los pacientes estudiados, el período de adaptación fue algo más breve y el nivel de comodidad algo más

favorable para los dispositivos de soporte de presión.

La evolución y diversificación de los aparatos²³ de que disponemos nos obligan a conocer y dominar esta técnica, para así poder ofrecer a nuestros pacientes la modalidad terapéutica de la que más se benefician. Es importante disponer de estudios en grupos homogéneos de pacientes que nos permitan manejar las distintas enfermedades de forma correcta y obtener el máximo rendimiento de esta terapéutica.

BIBLIOGRAFÍA

1. Hill NS. Noninvasive ventilation, does it work, for whom, and how? *Am Rev Respir Dis* 1993;147:1050-5.
2. Simonds AK, Elliott MW. Outcome of domiciliary nasal intermittent positive pressure ventilation in restrictive and obstructive disorders. *Thorax* 1995;50:604-9.
3. Leger P, Bedicam JM, Cornette A, Reybet-Degat O, Langevin B, Polu JM, et al. Nasal intermittent positive pressure ventilation. Long term follow up in patients with severe chronic respiratory insufficiency. *Chest* 1994;105:100-5.
4. Criner GJ, Brennan K, Travaline JM, Kreimer D. Efficacy and compliance with noninvasive positive pressure ventilation in patients with chronic respiratory failure. *Chest* 1999;116:667-75.
5. Bach JR, Robert D, Leger P, Langevin P. Sleep fragmentation in kyphoscoliotic individuals with alveolar hypoventilation treated by NIPPV. *Chest* 1995;107:1552-8.
6. Meyer TJ, Pressman MR, Benditt J, McCool FD, Millman RP, Natarajan R, et al. Air leaking through the mouth during nocturnal nasal ventilation: effect of sleep quality. *Sleep* 1997;20:561-9.
7. Ellis ER, Grunstein RR, Chan S, Bye PT, Sullivan CE. Noninvasive ventilatory support during sleep improves respiratory failure in kyphoscoliosis. *Chest* 1988;94:811-5.
8. Mezon BL, West P, Israels J, Kryger M. Sleep breathing abnormalities in kyphoscoliosis. *Am Rev Respir Dis* 1980;122:617-21.
9. Masa JF, Sánchez de Cos J, Disdier C, Hernández M, Fuentes F. Nasal intermittent positive pressure ventilation. Analysis of its withdrawal. *Chest* 1995;107:382-8.
10. Black LF, Hyatt RE. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. *Am Rev Respir Dis* 1969;99:696-702.
11. Rechstaffen A, Kales A, editors. A manual of standardized terminology, techniques and scoring systems for sleep stages of human subjects. Bethesda: US Government Printing Office, National Institutes of Health, 1968.
12. Pennock BE, Crawshaw L, Kaplan PD. Noninvasive nasal mask ventilation for acute respiratory failure. *Chest* 1994;105:441-4.
13. 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;116:521-34.
14. Goldstein RS, De Rosle JA, Avendano MA, Dolmage TE. Influence of noninvasive positive pressure ventilation on inspiratory muscles. *Chest* 1991;99:408-15.
15. Cinnella G, Conti G, Lofaso F, Lorino H, Harf A, Lemaire F, et al. Effects of assisted ventilation on the work of breathing: volume-controlled versus pressure-controlled ventilation. *Am J Respir Crit Care Med* 1996;153:1025-33.
16. Leger P, Muir JF. Selection of patients for long-term nasal intermittent positive pressure ventilation: practical aspects. *Eur Respir Mon* 1998;8:328-47.
17. Mehta S, McCool FD, Hill NS. Leak compensation in positive pressure ventilators: a lung model study. *Eur Respir J* 2001;17:259-67.
18. Waldhorn RE. Nocturnal nasal intermittent positive pressure ventilation with bi-level positive airway pressure (BIPAP) in respiratory failure. *Chest* 1992;101:516-21.
19. Restrick LJ, Fox NC, Braid G, Ward EM, Paul EA, Wedzicha JA. Comparison of nasal pressure support ventilation with nasal intermittent positive pressure ventilation in patients with nocturnal hypoventilation. *Eur Respir J* 1993;6:364-70.
20. Schönhofer B, Sonneborn M, Haidl P, Böhler H, Köhler D. Comparison of two different modes for noninvasive mechanical ventilation in chronic respiratory failure: volume versus pressure controlled device. *Eur Respir J* 1997;10:184-91.
21. Hill NS, Eveloff SE, Carlisle CC, Goff SG. Efficacy of nocturnal nasal ventilation in patients with restrictive thoracic disease. *Am Rev Respir Dis* 1992;145:365-71.
22. Guilleminault C, Kurland G, Winkle R, Miles LE. Severe kyphoscoliosis, breathing and sleep. *Chest* 1981;79:626-30.
23. Brochard L. Pressure-support ventilation: still a simple mode? *Intensive Care Med* 1996;22:1137-8.