



REVISTA DE
PATOLOGÍA RESPIRATORIA

www.elsevier.es/pr



ARTÍCULO ESPECIAL

Humidificación del aire inspirado y oxigenoterapia crónica domiciliaria

J. M. Rodríguez González-Moro*, S. López Martín, G. Sánchez Muñoz y P. de Lucas Ramos

Servicio de Neumología, Sección de Ventilación y Sueño, Hospital General Universitario Gregorio Marañón, Madrid, España.

Recibido el 13 de diciembre de 2010; aceptado el 28 de marzo de 2011

PALABRAS CLAVE

Oxigenoterapia domiciliaria;
Humidificadores;
Gafas nasales

Resumen

La utilización de humidificadores en el domicilio es una práctica habitual en pacientes en programas de oxigenoterapia domiciliaria, probablemente derivada de su amplio uso en el ámbito hospitalario. Sin embargo, las evidencias disponibles y las guías clínicas aconsejan que cuando se utiliza oxigenoterapia mediante gafas nasales a flujos inferiores a 4 l/min no es necesario que los pacientes dispongan de dispositivos de humidificación, ni en el hospital ni en el domicilio. Su empleo generalizado, además de suponer un coste añadido, puede presentar riesgos para la salud (contaminación bacteriana) y favorecer que existan fugas de O₂. Por el contrario, en enfermos con vía aérea artificial (traqueostomías) o cuando se empleen flujos más altos de O₂ sí que se debe utilizar un dispositivo de humidificación (simple, térmico o una nariz artificial).

KEYWORDS

Domiciliary oxygen therapy;
Humidifiers;
Nasal prongs

Humidification of inspired air and long term domicilliary oxygen therapy

Abstract

The use of humidifiers in the home is a common practice in patients receiving domiciliary oxygen therapy, probably due to its extensive use in the hospital setting. However, the available evidence and clinical guidelines recommend that the use of a humidifier is not necessary in the hospital or at home when nasal prong oxygen therapy is used with a flow of oxygen of less than 4 l/min. Its generalized use, besides meaning an added cost, may entail health risks (bacterial contamination) and favor O₂ escapes. On the contrary, in patients with artificial airway (tracheostomy) or when higher O₂ flows are used, a humidifier device should be used (simple, thermal or artificial nose).

*Autor para correspondencia.

Correo electrónico: jrodriguezgo.hgugm@salud.madrid.org (J.M. Rodríguez González-Moro).

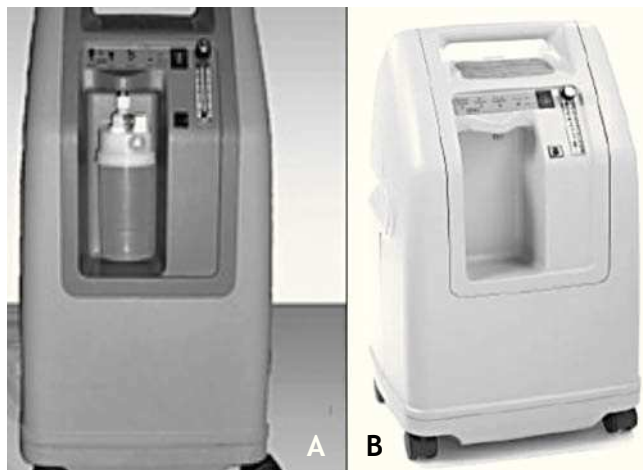


Figura 1 A) Concentrador con humidificador (innecesario en la mayoría de casos). B) Concentrador sin humidificador.

Introducción

El oxígeno (O_2) es un fármaco y su empleo debe valorarse como cualquier tratamiento farmacológico, por lo que hay que establecer de forma clara tanto las indicaciones como las formas de utilización, para lograr el objetivo de conseguir una adecuada oxigenación tisular que incremente la supervivencia de los pacientes. Los estudios del NOTT¹ y del MRC², en la década de los años 80, hicieron posible que hubiera suficiente evidencia científica para poder utilizar suplementos de O_2 a bajos flujos en el domicilio del paciente con insuficiencia respiratoria crónica secundaria a la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC). En este tiempo, el número de enfermos en programas de oxigenoterapia crónica domiciliaria (OCD) ha aumentado de forma considerable; se han ampliado las indicaciones (enfermedades intersticiales, insuficiencia cardíaca, hipertensión pulmonar, fibrosis quística, O_2 ambulatorio, etc.); se han producido cambios importantes en los equipamientos (O_2 líquido, concentradores fijos y portátiles, válvulas ahorradoras...); y por último, asistimos a una serie de importantes mejoras en las empresas de servicios que realizan la atención y el seguimiento domiciliario de estos enfermos³.

Un aspecto relativo al equipamiento necesario para proporcionar una adecuada OCD y sobre el que existe confusión, es la necesidad de la utilización de humidificadores en el domicilio del paciente. Es una práctica habitual que un número importante de pacientes en programas de oxigenoterapia domiciliaria mediante gafas nasales a flujos inferiores a 4 l/min dispongan de vasos de humidificación que, no solo no son necesarios, sino que además de suponer un coste añadido, pueden presentar riesgos para la salud (contaminación) y favorecer que existan fugas de O_2 . Probablemente, este concepto equivocado de prescribir humidificadores en los equipamientos domiciliarios (cilindros, concentradores [fig. 1], recipientes de O_2 líquido), viene de la mano de la inercia derivada de la utilización hospitalaria habitual de estos sistemas en pacientes en los que se emplean flujos

Tabla 1 Accesorios para la utilización de oxigenoterapia crónica domiciliaria

- | |
|---|
| 1. Equipamiento principal |
| Cilindro de O_2 |
| Concentrador |
| O_2 líquido |
| 2. Material complementario |
| Manorreductor |
| Caudalímetro |
| Tubos de conducción |
| Dispositivos de administración (gafas nasales, mascarillas) |
| Sistemas de ahorro de O_2 |
| Humidificadores* |

*Solo necesario en caso de pacientes con oxígeno (O_2) a altos flujos o traqueostomizados.

elevados de O_2 (mascarillas, reservorios) y en aquellos sometidos a intubación endotraqueal o traqueostomía, en los que al existir una vía aérea artificial sí que se hace necesario añadir humedad al aire oxigenado inspirado.

El objetivo de este artículo es revisar las verdaderas indicaciones de los humidificadores en los pacientes tratados con oxigenoterapia.

Oxigenoterapia domiciliaria

La oxigenoterapia es la herramienta terapéutica fundamental en el tratamiento de los pacientes con insuficiencia respiratoria, tanto aguda como crónica. Consiste en la administración de O_2 mediante inhalación en concentraciones mayores que las del ambiente, con la intención de tratar o prevenir los síntomas y las manifestaciones de la hipoxia^{4,5}.

El término OCD hace referencia al suministro de O_2 para uso continuo en el domicilio a pacientes con hipoxemia crónica. El objetivo básico de la oxigenoterapia domiciliaria es mejorar la supervivencia de los pacientes con enfermedad respiratoria que cursa con hipoxemia crónica, mejorar la tolerancia al ejercicio y detener el deterioro clínico debido a la saturación baja de O_2 ⁶. En la tabla 1 se recoge el equipamiento necesario para suministrar O_2 domiciliarlo.

Humidificación normal del aire inspirado

El aire que respiramos se acondiciona (calienta y humidifica) normalmente en las vías respiratorias altas (fosas nasales) y en la tráquea, y alcanza las condiciones idóneas 5 cm más allá de la carina (límite de saturación isotérmica). En estas zonas se agrega calor y humedad al aire inspirado y se extrae calor y humedad del aire espirado. La humidificación se produce al añadirse vapor de agua por evaporación, mientras que el aire se calienta por un mecanismo de convección^{7,8}.

La humedad absoluta es directamente proporcional a la temperatura del gas, y se expresa en general como mg/ml. La humedad absoluta con la que se prepara el aire inspirado

es de 48 mg/ml y, en la zona alveolar, la humedad relativa a 37 °C es del 100%. Es necesario recordar estos conceptos, ya que si el gas sale de un humidificador a temperatura de 34 °C y una humedad relativa del 100%, y es calentado a 37 °C en la vía aérea, la humedad relativa disminuye y esto contribuye al espesamiento y deshidratación de las secreciones en las vías respiratorias y circuitos. El acondicionamiento del aire inspirado antes de su inhalación depende por tanto del método de administración utilizado, del flujo en litros, y de la presencia o ausencia de una vía aérea artificial^{8,9}.

Sistemas de humidificación

Un humidificador es básicamente un recipiente al cual se le introduce agua destilada estéril hasta aproximadamente 2/3 de su capacidad y que se coloca interpuesto en el sistema de O₂ o de ventilación del paciente (fig. 2). Es un dispositivo cuya finalidad es proporcionar la humedad requerida a los gases respirados por el paciente. El humidificador se puede utilizar en combinación con mascarillas, gafas nasales y conexión traqueal. Los humidificadores disponibles en nuestro medio para las terapias ventilatorias y los tratamientos con O₂ son los siguientes¹⁰:

Humidificadores simples

En estos sistemas, la humidificación se logra cuando el gas pasa a través del agua. Hay dos tipos, el humidificador en línea y el de burbuja.

El *humidificador en línea* es el de diseño más simple ya que en él, el gas pasa sobre la superficie del agua y después se dirige hacia el paciente. Su eficacia es baja ya que el tiempo de exposición y el contacto con la superficie agua/gas es limitada.

El segundo tipo es *el de burbuja*, que es probablemente el más utilizado. En este humidificador, el gas se dirige por debajo de la superficie del agua lo que permite que las burbujas se dirijan hacia la superficie, aumentando así el tiempo y la superficie del área de contacto, y por lo tanto, su eficacia. Al formarse de esta manera múltiples burbujas, aumenta exponencialmente la interfase aire-líquido y, por lo tanto, la evaporación. Estos son los humidificadores de uso corriente con las gafas nasales y con las mascarillas de alto flujo.

Humidificadores térmicos

El incremento de la temperatura del gas o del agua aumenta la evaporación, lo que favorece que la capacidad del gas de transportar vapor de agua aumente a su paso por el humidificador térmico. Se utilizan preferentemente para la humidificación de gases administrados a alto flujo, especialmente en ventiladores mecánicos. La cascada (tipo Bennett) es el tipo de humidificador térmico más comúnmente empleado.

Narices artificiales

La nariz artificial, también conocida como intercambiador de calor y humedad (HCH) o humidificador higroscópico, representa una alternativa menos costosa sin los riesgos asociados a otro tipo de humidificadores (contaminación bacte-



Figura 2 Equipamiento para administrar oxígeno.

riana). Se utiliza en los casos de ventilación mecánica invasiva, ya que es ideal para periodos de tiempo cortos, pues a más largo plazo puede favorecer la aparición de secreciones espesas. Una de las ventajas de la nariz artificial es que se reduce la incidencia de neumonía nosocomial y la contaminación de los circuitos de los ventiladores. Esto es debido a que se ha postulado que para que exista colonización bacteriana necesita haber condensación en el circuito, lo que no ocurre con este tipo de humidificadores¹¹.

Indicaciones de los humidificadores

El O₂ proporcionado por los diferentes métodos (líquido, concentrador, gaseoso) es seco de manera que, en determinadas situaciones, es conveniente agregar vapor de agua antes de que se ponga en contacto con las vías aéreas para evitar la desecación de estas y de las secreciones respiratorias. La necesidad de humidificación es muy necesaria cuando el flujo de gas proporcionado es mayor de 4-5 l/min y cuando se han excluido los sistemas naturales de acondicionamiento del aire inspirado, como sucede en los pacientes intubados. De acuerdo con lo anterior, las posibles situaciones que hacen necesaria la utilización de un humidificador son las siguientes:

Enfermos con vía aérea artificial (intubación traqueal o traqueostomía)

La administración terapéutica de O₂ en pacientes con una vía aérea artificial puede asociarse con una mayor sequedad de las secreciones al producirse un déficit de humedad y de calor ya que el aire no pasa por la vía aérea superior que, como se ha visto en el apartado anterior, es la zona encargada de acondicionarlo. Esta situación conduce a alteraciones de la actividad ciliar y del movimiento del moco, a cambios inflamatorios con destrucción del epitelio ciliado bronquial, a la retención de secreciones viscosas adherentes con aparición de atelectasias y a un mayor crecimiento bacteriano que, a su vez, favorece la aparición de complicaciones infecciosas como bronquitis y neumonía¹². Durante la ventilación mecánica el aire es inspirado exclusivamente desde el circuito del respirador y debe estar totalmente preparado antes de ingresar en la vía aérea del paciente. Por tanto, los pacientes que precisan una vía aérea artificial de forma aguda requieren el agregado de agua al aire inspirado, debido al cortocircuito de la porción de la vía aérea que prepara los gases para ser inhalados. Si bien hay consenso en este hecho, existen discusiones acerca de la necesidad de calentar también los gases; no obstante, el calentamiento será siempre necesario si se utilizan humidificadores con altos volúmenes o altos flujos de aire. En estas situaciones, si no se calientan estos dispositivos, solo pueden saturar el aire a la temperatura del sistema por lo que cuando el flujo de aire a través del humidificador es rápido, la temperatura del gas puede no superar los 15 °C y la humedad absoluta 15 mg/ml. Una opción alternativa muy utilizada en las unidades de cuidados intensivos es el empleo de una nariz artificial.

En los tratamientos domiciliarios hay un grupo de pacientes que reciben O₂ a través de traqueostomía (solo o en combinación con ventilación mecánica domiciliaria) o bien O₂ por vía traqueal (en desuso), en los cuales el catéter ha evitado la vía aérea superior. Para estos pacientes, la humidificación del gas inspirado es esencial aun con un flujo bajo (1 l/min).

Enfermos que mantienen la vía aérea natural

No existen evidencias de que la humidificación (vaso humidificador) sea necesaria cuando el O₂ es aportado mediante cánula (gafa) nasal a un flujo inferior a 4-5 l/min³. Estos hallazgos son explicados por el bajo *output* de vapor de agua de los vasos humidificadores y la pobre contribución del flujo de O₂ a la ventilación por minuto inspirada del paciente, teniendo en cuenta que la mayor parte del volumen corriente del paciente consiste en aire atmosférico. Además, el flujo de O₂ en el vaso humidificador está a temperatura ambiente y cuando se incrementa a temperatura corporal, la humedad relativa disminuye.

Ni la intolerancia subjetiva ni la gravedad de los síntomas justifica la utilización de vasos humidificadores en estas situaciones. Los pacientes con respiración espontánea, a los que se les administra O₂ con cánula nasal, requieren humidificador solamente en los raros casos en los que el flujo de O₂ supera los 4 l/min, ya que con flujos menores no se incide sobre el déficit de humedad. La guía de la *British Thoracic Society* (BTS)⁶ establece, con un grado de evidencia B, que los humidificadores no son necesarios en

el domicilio de los pacientes en programas de OCD, ni cuando se emplea O₂ durante periodos cortos de tiempo, y que puede ser razonable utilizarlos en pacientes que requieran flujos elevados o refieran molestias de vías altas debidas a sequedad. En estos casos, y en pacientes con secreciones espesas puede ser preferible la adecuada humidificación ambiental y la utilización de nebulizaciones de suero fisiológico (evidencia C)⁶.

Problemas de los humidificadores

Cuando se utiliza en el domicilio, tanto el paciente como los cuidadores deben ser adiestrados sobre su limpieza y conservación para evitar complicaciones. El vaso debe lavarse una vez a la semana con agua y lavavajillas; luego se enjuaga con una solución de una parte de vinagre y 10 de agua y, por último, se enjuaga de nuevo en agua caliente³.

Un riesgo que presentan los humidificadores, incluso en el domicilio de los pacientes, es que los reservorios utilizados pueden convertirse en un caldo de cultivo y ser colonizados por bacterias¹³. Además, la interposición en el circuito del vaso humidificador puede favorecer las fugas de O₂. Lo mejor es conseguir que exista una buena hidratación y humedad de la boca (beber agua, enjuagues bucales, etc.) y conseguir una buena humidificación ambiental, sobre todo en espacios cerrados donde por efecto de las calefacciones existe una importante sequedad del medio. La guía de la BTS⁶ indica que no deben emplearse vasos con agua (burbuja), debido no solo a la falta de evidencia de eficacia clínica, sino al mayor riesgo de infección (evidencia C).

Resumen

El acondicionamiento del aire (O₂) inspirado es esencial para asegurar la integridad de la vía aérea y una adecuada función mucociliar. Los humidificadores, tanto simples como de calor, y las narices artificiales, pueden sustituir la vía aérea superior en este cometido en los casos de utilización de una vía aérea artificial. Sin embargo, está demostrado que en oxigenoterapia domiciliaria a flujos bajos y con humedad ambiental adecuada no se precisan humidificadores externos y pueden suponer, además de un incremento en el coste de las terapias, un mayor riesgo de contaminación bacteriana.

Bibliografía

1. Medical Research Council Working Party. Long term domiciliary oxygen therapy in chronic hypoxic cor pulmonale complicating chronic bronchitis and emphysema. *Lancet*. 1981;1:681-6.
2. Nocturnal Oxygen Therapy Trial Group. Continuous or nocturnal oxygen therapy in hypoxaemic chronic obstructive lung disease. *Ann Intern Med*. 1980;93:391-8.
3. Terapias respiratorias. *Arch Bronconeumol*. 2009;45(Supl 2): 2-28.
4. Cranston JM, Crockett AJ, Moss JR, Alpers JH. Oxígeno domiciliario para la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (Revisión Cochrane traducida). En: La Biblioteca Cochrane Plus, 2007 Número 4. Oxford: Update Software Ltd. Disponible en: <http://www.update-software.com> (Traducida de The Cochrane Library, 2007 Issue 4. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd.).

5. Sánchez Agudo L, Cornudella R, Estopa Miro R, Molinos Martín L, Servera Pieras E. Indicación y empleo de la oxigenoterapia continuada domiciliaria (OCD). Normativa SEPAR. Arch Bronconeumol. 1998;34:87-94.
6. O'Driscoll BR, Howard LS, Davison A; on behalf of the British Thoracic Society BTS guideline for emergency oxygen use in adult patients. Thorax. 2008;63(Suppl VI):vi1-68.
7. Kapadia FN, Shelly MP. Normal mechanisms of humidification. Prob Respir Care. 1991;4:395-402.
8. Shelly MP. Inspired gas conditioning. Respir Care. 1992;37:1070-80.
9. Shapiro BA, Kacmarek RM, Cane RA. Clinical application of respiratory care. 4 ed. St. Louis. Mosby-Year Book; 1991. pp. 84-95.
10. Branson RD. Gas delivery systems: Regulators, flowmeters and therapy devices. En: Branson R, Hess D, Chatburn R, editores. Respiratory Care Equipment. 2.ª edición. Lippincott Williams & Wilkins; 1998. pp. 55-85.
11. Beydon L, Tong F, Jackson N, Dreyfress D. Correlation between simple clinical parameters and the in vitro humidification characteristics of filter heat moisture exchangers. Chest. 1997; 112:739-44.
12. Branson RD. Humidification for patients with artificial airways. Resp Care. 1999;44:630-42.
13. Craven DE, Goluarte TA, Make BJ. Contaminate condensate in mechanical ventilator circuits. Am Rev Respir Dis. 1984;129:625-8.