

Oxigenoterapia en insuficiencia respiratoria aguda: Impacto de la automatización del flujo de oxígeno (estudio preliminar)

Oxygen Therapy in Acute Respiratory Failure: Impact of Automated Oxygen Administration (Preliminary Study)

Torres, Rubén¹; Masdeu, Martín¹; Meza, Adriana¹; Morón, Karen¹; Vespa, Franco¹; Codinardo, Carlos¹

Recibido: 23/12/2022

Aceptado: 15/06/2023

Correspondencia

Rubén Torres. E-mail:
rubencildo79@gmail.com

RESUMEN

El control de la saturación de oxígeno durante el ingreso hospitalario es un desafío cotidiano para el médico tratante, ya sea en contexto de una exacerbación de EPOC o cualquier enfermedad aguda que curse con insuficiencia respiratoria. El ajuste de flujo de oxígeno administrado al paciente es en la mayoría de los casos manual, habitualmente sin una prescripción médica clara del rango de SpO₂ deseado, lo que implica una sobrecarga del servicio de enfermería con el riesgo de realizar un aporte inadecuado de este, ya sea por sobreadministración o por aporte insuficiente. El presente trabajo tiene como objetivo describir una experiencia preliminar con la administración automatizada del flujo de O₂ mediante el uso del dispositivo O₂matic. Se estudió un grupo de pacientes adultos con insuficiencia respiratoria aguda quienes se encontraban internados usando oxigenoterapia continua con flujímetros convencionales y controles manuales periódicos de enfermería, por lo que se indica, luego, iniciar oxigenoterapia en forma controlada usando el dispositivo O₂matic durante 30 min. Se ha observado que el flujo de oxígeno alcanzado utilizando el dispositivo de control automático O₂matic ha sido menor al flujo utilizado en el control manual, con diferencias significativas entre ambos valores hallados, con adecuada seguridad y tolerancia del paciente. Que la automatización de la oxigenoterapia durante el ingreso hospitalario pueda reducir la duración de la admisión, y posiblemente mejorar la supervivencia entre pacientes con insuficiencia respiratoria aguda queda aún por determinar, por lo que son necesarios futuros estudios aleatorizados con una muestra mayor de pacientes.

Palabras clave: Terapia por Inhalación de Oxígeno; Insuficiencia Respiratoria

ABSTRACT

The control of oxygen saturation during hospital admission is a daily challenge for the treating physician, whether in the context of a COPD exacerbation or any acute disease that occurs with respiratory failure. The adjustment of the oxygen flow administered to the patient is mostly manual, usually without a clear medical prescription for the desired SpO₂ range, implying an overload of the nursing service with the risk of making an inad-

equate contribution, either over-administering it or providing it incorrectly. insufficient. The objective of this work is to describe a preliminary experience with the automated administration of the O₂ flow through the use of the O₂matic device. A group of adult patients with acute respiratory failure who were hospitalized using continuous oxygen therapy with conventional flowmeters and periodic nursing manual controls was studied, after which it was indicated to start oxygen therapy in a controlled manner using the O₂matic device for 30 minutes. It was observed that the oxygen flow achieved using the O₂matic automatic control device has been lower than the flow used in manual control, with significant differences between both values found, with adequate safety and patient tolerance. Whether the automation of oxygen therapy during hospital admission could reduce the length of admission, and possibly improve survival among patients with acute respiratory failure remains to be determined, requiring future randomized studies with a larger sample of patients.

Key words: Oxygen Inhalation Therapy; Respiratory Insufficiency

INTRODUCCIÓN

El tratamiento con oxígeno suplementario es esencial en el manejo adecuado de pacientes internados que padecen insuficiencia respiratoria aguda (IRA) hipoxémica o empeoramiento de la insuficiencia respiratoria crónica. Como sucede con otras drogas, el oxígeno medicinal es un fármaco gaseoso que se debe administrar con dosis previamente tituladas o valores de flujo de oxígeno definidos. Desde el siglo pasado, la administración del flujo de oxígeno medicinal es controlado a través de flujímetros con escala de modificación manual a fin de corregir la hipoxemia en los pacientes. Luego de la indicación médica verbal o escrita, personal de enfermería regula manualmente el valor a fin de lograr una saturación aceptable, recomendada que sea entre el 88 % y el 92 %, si hay sospecha de hipercapnia; o bien, entre el 92 % y el 96 % si no existe dicho riesgo o sospecha. Esto es recomendado por varias guías específicas internacionales publicadas sobre el tratamiento de la insuficiencia respiratoria hipoxémica aguda.¹⁻³

El oxígeno suplementario a menudo se administra generosa y libremente a pacientes con insuficiencia respiratoria, metodología utilizada en todo el mundo desde hace más de 100 años.

Desde hace unos años se dispone en otros países de dispositivos automatizados (modelos FreeO₂, Empresa OxyNov, Canadá y modelo O₂matic, Empresa O₂matic, de Dinamarca), con beneficios claros de ensayos clínicos realizados.⁴⁻⁶

El objetivo de este estudio preliminar ha sido examinar la capacidad del dispositivo O₂matic para mantener la SpO₂ de pacientes con IRA dentro de un rango objetivo prefijado. Los hallazgos se han comparado con el control manual previo del flujo de oxígeno en el mismo paciente y se evaluó la percepción de los pacientes y su sentido de seguridad con respecto al control de oxígeno automatizado.

METODOLOGÍA Y DISEÑO DEL ESTUDIO

Se trata de un estudio descriptivo, en el que en noviembre de 2022, hemos reclutado un grupo de pacientes adultos con insuficiencia respiratoria aguda quienes se encontraban internados usando oxigenoterapia continua con flujímetros convencionales, con controles manuales periódicos de enfermería. Cinco (5) pacientes fueron reclutados e ingresados al estudio en un diseño descriptivo del uso de oxígeno. El estudio ha sido autorizado por el Comité de Ética del Hospital Dr. I. Pirovano, sin realizar consentimiento informado por parte de los pacientes asignados.

Equipo O Dispositivo utilizado (O₂matic)

El dispositivo para oxigenoterapia O₂matic es un equipo electrónico que cumple normas CE y, actualmente, se encuentra habilitado para su uso en hospitales de varios países de Europa. Posee un sistema de circuito cerrado electrónico que, sobre la base de la monitorización continua de la frecuencia cardíaca y SpO₂ por un oxímetro de pulso

con cable estándar, ajusta el flujo de oxígeno para el paciente (Figura 1). El algoritmo de O₂matic permite que con base en los últimos 15 segundos sensados por el oxímetro de pulso calcule incrementos o disminuciones en el flujo de oxígeno. Los aumentos y decrementos cambian proporcionalmente en relación con la diferencia entre la SpO₂ real y la SpO₂ objetivo prefijada. El flujo de oxígeno se puede especificar para adaptarse a la condición real y el dispositivo utilizado para suministrar oxígeno al paciente (cánula nasal). O₂matic permite flujo de hasta 15 L/min en modo automático, pero en el estudio original la mayoría de los pacientes recibieron un rango de flujo aceptable de 0 L/min a 8 L/min con cánula nasal estándar. Si no se puede mantener la SpO₂ mínima prefijada usando el flujo máximo de oxígeno permitido, suena una alarma, que se intensifica si la SpO₂ desciende un 0,3% por debajo del rango objetivo o por debajo del 85%. Las alarmas son visibles y audibles, y se activan también cuando la frecuencia cardíaca se encuentra por fuera del rango definido por el usuario.

Pacientes

Los pacientes adultos reclutados para el estudio presentaban insuficiencia respiratoria aguda con una internación mínima previa de 48 h. La inclusión requirió demostrar una PaO₂ inferior a 60 mmHg o SpO₂ de hasta el 88%, respirando aire ambiente. Fueron excluidos los pacientes que se

hallaban hemodinámicamente inestables o con deterioro del nivel de conciencia. Aquellos pacientes considerados de alto riesgo de precisar ventilación mecánica no se incluyeron en el estudio.

Intervención del estudio

Los pacientes reclutados se encontraban recibiendo oxígeno bajo “control manual”, usando un flujímetro manual convencional de bolilla. De este modo, SpO₂ y la frecuencia del pulso se midieron en forma basal con otro oxímetro de pulso (modelo NONIN 8500) a fin de ajustar el suministro de oxígeno. Luego se indicó iniciar oxigenoterapia en forma controlada usando el dispositivo O₂matic durante 30 min (Figura 2). La asignación a la secuencia fue consecutiva en cada paciente, sin aleatorización definida.

Previamente, se seleccionó en el dispositivo el modo correspondiente, con rango objetivo de SpO₂ ajustado entre el 92% y el 96% y el flujo de oxígeno entre 0 L/min y 8 L/minuto. Los pacientes fueron monitoreados en SpO₂, flujo de oxígeno, frecuencia cardíaca y otros datos. Todos los eventos durante el período de 30 min fueron manejados por el personal asignado al estudio. Se indicó al paciente que estuvieran en la cama recostados durante el estudio. El flujo de oxígeno se entregó sin humidificación por cánula nasal estándar.

RESULTADOS

Se consideraron 8 (ocho) pacientes candidatos y se seleccionaron 5 (cinco) de ellos. Tres pacientes no



Figura 1. O₂matic.



Figura 2. O₂matic instalado.

podieron participar por dificultades en la conexión de toma reguladora a la salida del oxígeno de pared; 4 pacientes (80%) tenían neumonía aguda de la comunidad. En el momento de la inclusión, la SpO₂ promedio basal fue 87,8% con un flujo promedio de oxígeno suplementario de 3 L/min. Al momento de la inclusión, el rango de flujo en el dispositivo se fijó en entre 0 L/min a 8 L/min. Ver Tabla 1.

En promedio, los pacientes recibieron oxígeno con O₂matic en modo automático durante 30 min en comparación con 30 min en modo manual previo (P = XX). El flujo de oxígeno medio fue de 2,54 L/min en modo automático y de 3 L/min en modo control manual basal (p = 0,05). La frecuencia cardíaca promedio fue similar en los dos períodos (83,2/min basal frente a 87,6 /min, bajo control automático p = XX). Ver Tabla 2.

Resultado primario

Hemos observado que el flujo de oxígeno alcanzado utilizando el dispositivo de control automático O₂matic ha sido menor que el flujo utilizado en el

control manual, con diferencias significativas entre ambos valores hallados. Ver Tabla 3.

Todos los pacientes analizados contaban con un intervalo objetivo en el dispositivo de SpO₂ entre el 92% y el 96%, según se puede ver en la Tabla 3. Comparación de SpO₂ pre y usando O₂matic.

Resultados secundarios

La tolerancia subjetiva al uso del dispositivo ha sido adecuada y expresada por todos los pacientes, sin referencias de síntomas de disnea ni molestias relacionables al uso de oxigenoterapia. Para recabar dicha información, se realizaron preguntas simples, no basadas en cuestionario previamente validado.

La seguridad de uso del dispositivo

En un caso, se ignoraron las alarmas audibles y visibles de falta de suministro de energía y batería baja, lo que provocó la necesidad de conectar el dispositivo a la corriente eléctrica (de acuerdo con las especificaciones de duración de la batería

TABLA 1. Descripción de los datos basales de los pacientes analizados

	Género	Edad	F Card	SpO ₂	PaO ₂	PaCO ₂	Flujo O ₂
1	F	76	107	88	55	45	3
2	M	82	90	87	50	45	2
3	M	88	60	92	61	43	3
4	F	75	80	88	57	43	2
5	M	64	79	82	55	42	5

TABLA 2. Descripción de los datos de los pacientes usando O₂matic para control de flujo de O₂

	Género	F Card (Lat/min)	SpO ₂ (%)	Flujo O ₂ L/min
1	F	102	93	2
2	M	90	96	3
3	M	82	96	0,8
4	F	80	94	1,4
5	M	84	93	5,5

TABLA 3. Diferencias observadas en el flujo de oxígeno, SpO₂ y frecuencia cardíaca en promedio de manera basal y con control usando O₂matic

	Flujo de O ₂	SpO ₂	Frec. Card.
Basal	3,01 L/ min.	87,8%	83/min
Con O ₂ matic	2,54 L/min.	94,4%	87/min
Diferencia	- 0,47 L/min.	+ 6,6%	+4/min.

en O₂matic). No se observaron otros problemas de seguridad. La batería del dispositivo permite uso autónomo sin conexión a fuente eléctrica durante 4 (cuatro) h.

Otros resultados

De los 8 (ocho) pacientes candidatos, se pudieron analizar datos de los 5 (cinco) pacientes que completaron el estudio. Ninguno expresó síntomas específicos relacionables al uso del dispositivo, lo que expresa una confianza acorde con el uso de oxígeno a través de la cánula nasal convencional utilizada.

Dos pacientes expresaron cierta limitación de movimientos debido al cable del oxímetro de pulso. Todos los pacientes se sintieron seguros utilizando el dispositivo. En dos ocasiones, se observó dificultad para fijar al equipo en el poliducto de salida de gases medicinales de la pared, por faltantes de piezas de sujeción en este. Lamentablemente, no se había evaluado esta dificultad antes de realizar el estudio.

En general, la sensación de seguridad con el concepto de oxígeno automatizado fue muy elevada, aunque ha sido una impresión subjetiva de los investigadores en forma observacional.

DISCUSIÓN

Los datos observados nos han permitido describir que el control automatizado del suministro de oxígeno al paciente es confiable, factible y superior al control manual en el uso de oxigenoterapia, con el fin de que la SpO₂ alcance el objetivo prescrito por el médico tratante.

Si bien el flujo de oxígeno ha sido menor al usar control automatizado del flujo, no se ha podido demostrar diferencias significativas en el consumo de oxígeno medicinal cuando se usa O₂matic en comparación con el control manual. El flujo medio de oxígeno fue de 2,54 L/min usando O₂matic y 3, L/min con control manual. Consideramos que el número limitado de pacientes no permite inferir un menor consumo de oxígeno, aunque nuestro estudio no fue potenciado para estudiar este resultado. En los dos estudios citados con el uso de FreeO₂, se observó una reducción en el consumo de oxígeno de 1,2 L/min a 0,7 L/min ($p = 0,06$), y ninguna diferencia general en otro estudio donde el flujo promedio fue de 4,6 L/min con FreeO₂ y 4,2 L/min con control manual.^{5,6}

De todas maneras, la tendencia observada en nuestro estudio hacia un flujo mayor cuando se usa control manual que con O₂matic es consistente con dichos hallazgos en la bibliografía.

Las prácticas de prescripción médica para usar oxígeno en pacientes con IRA son limitadas, y reflejan el desconocimiento de la necesidad de prescripción y terapia precisas de oxígeno.^{3,7} Una auditoría en 2013 realizada por la British Thoracic Society encontró que solo el 55% de pacientes a los que se les administró oxígeno durante una internación tenía una prescripción escrita. Sin embargo, esto ha mejorado desde 2008, donde solo el 32% de los pacientes abastecidos con el oxígeno lo tenían prescrito en forma escrita.⁸ En una auditoría en Australia, solo el 3% de los pacientes hospitalizados con una exacerbación de la EPOC tenían una prescripción escrita de oxígeno a pesar de que el 79% de los pacientes precisaban recibir suplementos de oxígeno.⁸ En un extenso estudio retrospectivo europeo, se realizó una auditoría en 2011 de 16 018 pacientes con una exacerbación de EPOC, y se encontró que el 10,1% recibió tratamiento inadecuado con oxigenoterapia, ya sea con oxígeno de alto flujo o sin oxígeno a pesar de estar con hipoxemia.⁹

La aceptación de los pacientes a la administración automática de oxígeno en nuestro estudio fue muy alta, y en general, los pacientes expresaron elevada confianza y se sintieron seguros de recibir oxígeno de forma adecuada. Sin embargo, la limitación de movimientos debido al cable del oxímetro de pulso ha sido un problema para algunos pacientes. Como nuestro estudio se limitó a 30 min de monitoreo continuo de SpO₂ durante el día, sería necesario realizar estudios prolongados, que incluyan la noche, para evaluar adecuadamente la experiencia individual del paciente con monitoreo continuo bajo control automático del flujo de oxígeno. Nuestro trabajo es un estudio preliminar y descriptivo y, por lo tanto, no permitió examinar resultados, tales como el tiempo para el destete del oxígeno y duración global de la internación, que hubieran sido de valor a fin de comprender el valor real de estas nuevas tecnologías.

Un estudio retrospectivo de 680 pacientes con exacerbación de EPOC demostró que el control de la SpO₂ durante el ingreso hospitalario es una tarea que requiere una elevada carga de tiempo para el personal de enfermería, y se considera que el control de circuito cerrado de la oxigenación

podría reducir la carga de trabajo del personal mencionado, lo que aumenta la seguridad del paciente a través de un mejor control de la SpO_2 .

En otro estudio controlado con un sistema de circuito cerrado, FreeO₂®, OxyNov Inc., Québec, Canadá, se observó un incremento del tiempo con SpO_2 objetivo logrado entre el 51 % y 81 %, gracias al control de circuito cerrado en comparación con control manual.⁶ Los resultados para FreeO₂ fueron confirmados en un estudio más corto de 3 h con 187 pacientes con insuficiencia respiratoria hipoxémica debido a diferentes condiciones en la sala de urgencias.^{3, 6}

Otros estudios han demostrado que el control de circuito cerrado de oxígeno probablemente permite un destete más rápido del oxígeno y un tiempo de internación menor y, por lo tanto, podría ser beneficioso en la gestión de recursos, en comparación con el control manual por el personal de enfermería.^{5, 6} El ajuste automático del flujo de oxígeno optimizaría el uso de este recurso, que como mencionamos es frecuentemente sobreadministrado cuando el control del flujo es manual.

Estos hallazgos nos inspiran a realizar un estudio comparativo entre 2 (dos) grupos de pacientes, uno bajo control manual de oxigenoterapia mediante flujímetro convencional, comparado con un grupo que utilice O₂matic de manera permanente durante al menos 24 h a 48 h, en un número de, al menos, tres dígitos de pacientes, y así poder evaluar diferencias en tiempo laboral real de enfermería, en los días de internación del paciente, tiempo total en hipoxemia bajo oxigenoterapia, entre otros objetivos.

Un tema relevante es la importancia clínica de mantener la SpO_2 dentro de un intervalo bastante estrecho. Se precisan aún estudios controlados del resultado en términos de prescripción y adherencia a diferentes regímenes de dosificación de oxígeno para pacientes, por ejemplo, con una exacerbación de la EPOC. Así, ya sea una SpO_2 desproporcionadamente elevada o disminuida al ingreso se ha asociado con peor resultado en términos de mortalidad u otros efectos adversos graves.^{4, 5} Parece razonable suponer que los hallazgos de estudios en el ámbito prehospitalario y al ingreso pueden extrapolarse a condiciones similares durante una internación, pero se necesitan más estudios para evaluar desenlaces relacionados con episodios de hipoxemia prolongada e hiperoxia.

No hemos podido evaluar el efecto de circuito cerrado sobre el control del oxígeno sobre la presión arterial de CO_2 ($PaCO_2$) en nuestro estudio. Es bien conocido que un incremento en la presión arterial de oxígeno puede aumentar la $PaCO_2$ debido al efecto Haldane y debido al aumento de la ventilación de espacio muerto, causada por la reversión de la vasoconstricción pulmonar por hipoxemia y empeoramiento de la desigualdad ventilación-perfusión.^{3, 10} Sin embargo, la estrategia recomendada para evitar la retención de CO_2 es evitar la hiperoxia y controlar SpO_2 entre valores del 88 % y del 92%.² Esto hace que la retención de CO_2 sea más improbable cuando la SpO_2 está mejor controlada.

Este estudio describe datos preliminares sobre el uso clínico de un dispositivo de control automatizado del suministro de oxígeno (dispositivo O₂matic) en pacientes internados con insuficiencia respiratoria en salas generales de un hospital universitario en Buenos Aires, Argentina.

CONCLUSIÓN

En un número limitado de pacientes bajo insuficiencia respiratoria aguda hemos podido observar que este dispositivo (O₂matic) permite optimizar el control automático de la SpO_2 en pacientes internados con una insuficiencia respiratoria, y hemos logrado describir algunos beneficios observados.

El uso de O₂matic ha sido más eficaz que el control manual convencional para mantener la SpO_2 del paciente dentro del rango prescrito especificado. Los pacientes aceptaron bien el control automático de oxígeno y se sintieron seguros acerca de obtener la cantidad adecuada de oxígeno.

Queda por determinar en un estudio con un número superior de pacientes la posibilidad de analizar el efecto de la automatización del control del flujo de oxígeno sobre la duración de la internación del paciente, el tiempo real del personal dedicado a corregir manualmente el flujo para optimizar factores ocultos en la gestión y manejo de la oxigenoterapia durante internación hospitalaria.

En conclusión, que la automatización de la oxigenoterapia durante el ingreso hospitalario pueda reducir la duración de la admisión, y posiblemente mejorar la supervivencia entre pacientes con insuficiencia respiratoria aguda queda aún por determinar.

Se agradece la colaboración de la empresa Linde-Praxair de Argentina a fin de disponer un dispositivo O₂matic y en la capacitación de uso y control en la recolección de datos, por parte de la Ing. Rocío Santamaría, manager de dicha empresa.

BIBLIOGRAFÍA

1. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Global strategy for the diagnosis, management and prevention of COPD; 2018. Available from: https://goldcopd.org/wp-content/uploads/2017/11/GOLD-2018-v6.0-FINAL-revised-20-Nov_WMS.pdf. Accessed December 02, 2018.
2. British Thoracic Society Emergency Oxygen Guideline Development Group. BTS guideline for oxygen use in adults in healthcare and emergency settings. *Thorax*. 2017;72:i1-i90. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2016-209729>
3. Codinardo y cols. Oxigenoterapia: Usos médicos en situaciones agudas y crónicas. Edición 2020. Editorial Journal.
4. Hansen EF, Hove JD, Bech CS, Jensen JS, Kalleose T, Vestbo J. Automated oxygen control with O2matic® during admission with exacerbation of COPD. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2018;13:3997-4003. <https://doi.org/10.2147/COPD.S183762>
5. Lellouche F, Bouchard PA, Roberge M, et al. Automated oxygen titration and weaning with FreeO2 in patients with acute exacerbation of COPD: a pilot randomized trial. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2016;11:1983-90. <https://doi.org/10.2147/COPD.S112820>
6. L'Her E, Dias P, Gouillou M, et al. Automatic versus manual oxygen administration in the emergency department. *Eur Respir J*. 2017;50:1602552. <https://doi.org/10.1183/13993003.02552-2016>
7. Cousins JL, Wark PA, McDonald VM. Acute oxygen therapy: a review of prescribing and delivery practices. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2016;11:1067-75. <https://doi.org/10.2147/COPD.S103607>
8. O'Driscoll BR. British Thoracic Society. Emergency oxygen audit 2013. Available from: <https://www.brit-thoracic.org.uk/document-library/audit-and-quality-improvement/audit-reports/bts-emergency-oxygen-audit-report-2013/>. Accessed August 15, 2018.
10. Roberts CM, López-Campos JL, Pozo-Rodríguez F, Hartl S; European COPD Audit team. European hospital adherence to GOLD recommendations for chronic obstructive pulmonary disease (COPD) exacerbation admissions. *Thorax*. 2013;68:116971. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2013-203465>
11. Abdo WF, Heunks LM. Oxygen-induced hypercapnia in COPD: myths and facts. *Crit Care*. 2012;16:323. <https://doi.org/10.1186/cc11475>