

Uso del heliox en las crisis asmáticas moderadas y severas en el Servicio de Emergencias del Hospital Rafael Ángel Calderón Guardia. Un estudio prospectivo

Julián Arias Ortiz,* Johnny Salas Fonseca,† Donato A. Salas-Segura* 

* Unidad de Cuidados Intensivos, Hospital Rafael Ángel Calderón Guardia; †Unidad de Terapia Respiratoria, Hospital Rafael Ángel Calderón Guardia.
 Trabajo recibido: 16-II-2012; aceptado: 27-II-2012

RESUMEN. Antecedentes: El heliox, una mezcla de helio y oxígeno ha sido recomendado por sus propiedades físicas como un complemento útil en el manejo de las descompensaciones agudas del asma bronquial. Aun cuando su uso fue propuesto por primera vez hace varias décadas, en este momento el papel del heliox en el manejo de los pacientes con asma aguda grave es incierto. En el Hospital Calderón Guardia se ha estado utilizando este gas en el manejo de algunas crisis asmáticas, por lo que se quiso investigar la eficacia de este tratamiento en el manejo de las crisis asmáticas moderadas y severas en pacientes no intubados.

Métodos: Se realizó un estudio clínico, prospectivo, aleatorio, controlado, no cegado, unicéntrico, de 71 pacientes con crisis asmáticas moderadas a severas, en el Servicio de Emergencias del Hospital Rafael Ángel Calderón Guardia. Junto con el manejo convencional de su crisis asmática, los pacientes fueron aleatorizados para recibir como gas propelente de sus nebulizaciones de salbutamol heliox (80/20) o aire durante su manejo inicial. El punto final primario establecido para el estudio fue determinar que al nebulizar la medicación (salbutamol) con heliox mejora el pico de flujo inspiratorio en un 30% más que utilizando aire u oxígeno como propelente de las nebulizaciones.

Resultados: La edad promedio de los pacientes fue de 38 años, 22 (66%) pacientes fueron mujeres. El pico de flujo inspiratorio predicho de los pacientes que recibieron heliox fue de 36.7%, y de 43% en los que usaron aire. Se determinó que el porcentaje de mejoría promedio del pico de flujo inspiratorio al final de la intervención fue de 90.2% con heliox y de 64.4% en el grupo control; 26 puntos porcentuales más para el grupo de tratamiento ($p = 0.02$). No se encontraron diferencias significativas en cuanto a la estancia de los pacientes en el Servicio de Emergencias u hospitalización.

Interpretación: El heliox es útil en el manejo inicial de la crisis asmática moderada o severa como complemento de las terapias ya establecidas.

Palabras clave: Asma, heliox, emergencias.

ABSTRACT. Background: Heliox, a mixture of helium and oxygen, has been recommended by their physical properties as a useful adjunct in the management of acute crisis of bronchial asthma. Although its use was first proposed several decades ago, now the role of heliox in the management of patients with severe acute asthma is uncertain. In the Calderon Guardia Hospital has been using this gas in the management of some asthma attacks, so it would investigate the efficacy of this treatment in the management of moderate and severe asthma attacks in patients not intubated.

Methods: 71 asthmatics patients were subjected to a prospective, randomized, not blind, uni-centric study at the emergency room of the Rafael Angel Calderón Guardia Hospital. Along with the conventional management of acute asthma, patients were randomized to receive as a propellant heliox (80/20) or air during initial management. The primary end point established for the study was to determine if nebulized medication (salbutamol) with heliox improves the peak flow by 30% more than using air or oxygen as a propellant in sprays.

Results: The average age of the patients was 38 years, 22 (66%) patients were women. The peak of predicted peak expiratory flow of patients receiving heliox was 36.7% and 43% in used air. It was determined that the mean percentage improvement of peak flow at the end of the intervention was 90.2% with heliox and 64.4% in the control group. There were no significant differences regarding the stay of patients in the emergency services or hospitalization.

Interpretation: Heliox is useful in the initial management of moderate or severe asthma attack as a complement to established therapies.

Key words: Asthma, heliox, emergency department.

INTRODUCCIÓN

«...pero yo estoy casi cierto de que era hélium lo que le enviaban en tarros de hierro.

Era algo muy gaseoso y tenue».

H.G. Wells, *Los primeros hombres en la Luna*.

El asma bronquial es un problema de salud que afecta alrededor de 300 millones de personas a nivel mundial.¹ Su prevalencia varía entre 1 y 18% de la población según los diferentes países.² En Costa Rica se estima que es de un 13%.¹ Las exacerbaciones agudas del asma tienen un impacto médico y económico enorme, sólo en 1998 en Estados Unidos hubo 13.9 millones de visitas médicas por este motivo, con un costo económico que excedió los \$6 billones.³

Las opciones terapéuticas para el manejo de las crisis agudas de asma se basan fundamentalmente en broncodilatadores y corticosteroides. Sin embargo, se continúa la búsqueda de nuevas medidas que vengan a complementar u optimizar las ya establecidas.⁴

El heliox, una mezcla de helio y oxígeno ha sido recomendado como un complemento útil en el tratamiento del asma grave, tanto en pacientes con ventilación mecánica como en no intubados.⁵

El interés inicial del uso de la mezcla helio-oxígeno (heliox) aparece en el ámbito del buceo con las publicaciones de Sayers y Thompson en los Estados Unidos en 1926.^{6,7} Fue utilizado con el fin de disminuir los efectos perjudiciales del nitrógeno en el buceo en aguas profundas (a más de 40 m), como el embolismo gaseoso y la narcosis.

La utilización médica del heliox comenzó en la década de los 30 en el campo de la neumología, bajo el impulso de Barach,⁸ quien lo empleó en pacientes asmáticos y con obstrucción alta de la vía aérea. Las propiedades reológicas del helio (densidad y viscosidad) muy diferentes a las del aire u oxígeno,⁹ explican el porqué el heliox modifica el comportamiento del flujo de gases en las vías aéreas.

En un paciente con disminución del radio de la vía aérea, la menor densidad del heliox permite un flujo más laminar del que puedan generar el aire o el oxígeno, disminuyendo las resistencias a nivel de las vías respiratorias grandes y medianas, traduciéndose esto en un menor trabajo respiratorio. En la vía aérea pequeña, el heliox tiene un impacto menor en el cambio del comportamiento del flujo, porque a este nivel, el flujo tiende a ser laminar debido a una menor velocidad y turbulencia del flujo de aire.¹⁰ Como segundo punto, para el heliox, el coeficiente de difusión de los gases es tres veces mayor que el del aire^{11,12} aumentando con ello el espacio de difusión a nivel de las pequeñas vías aéreas, mejorando

así la ventilación alveolar. Finalmente, el aumento de las fuerzas de convección cuando el heliox es usado como gas propulsor de las nebulizaciones de medicamentos, puede mejorar la eficacia de dichas nebulizaciones ya que las partículas se impactarán menos en las paredes de las vías aéreas superiores, y se aumentará su depósito y retención en las vías aéreas distales.^{10,13}

A la fecha, a pesar de sus propiedades físicas tan favorables, el heliox no constituye una terapia de rutina en el asma aguda por tres razones principales. La primera es la falta de estudios clínicos grandes y aleatorizados que comparan la terapia convencional contra los potenciales efectos beneficiosos del heliox. Segundo, y en relación con lo anterior, no se ha establecido en qué momento durante el uso de la terapia convencional de la crisis asmática está indicado iniciar la terapia con este gas. Y tercero, los estudios realizados hasta hoy son pequeños y de corta duración; por tanto, no se ha podido establecer claramente la presencia de las ventajas clínicas derivadas del uso del heliox.^{5,14}

En el Hospital Rafael Ángel Calderón Guardia, San José, Costa Rica, desde el año 2004, el heliox se viene utilizando para el tratamiento de algunas crisis asmáticas moderadas y severas en los Servicios de Emergencias y Unidad de Cuidado Intensivo. Este estudio tiene como objetivo general, evaluar el impacto del heliox como terapia de primera línea en la resolución de las crisis asmáticas moderadas y severas, buscando demostrar que el uso del heliox mejora el flujo pico, reduce la estancia en el Servicio de Emergencias, la cantidad de nebulizaciones necesarias para resolver la crisis y la tasa de internamientos.

MÉTODOS

Participantes

Se trata de un estudio clínico, prospectivo, aleatorio, controlado, no cegado, unicéntrico, que se llevó a cabo durante el período comprendido entre el 17 de julio y el 30 de septiembre de 2007 en el Servicio de Emergencias del Hospital Rafael Ángel Calderón Guardia, un hospital universitario de tercer nivel. El estudio fue aprobado para su ejecución por el Comité Institucional de Bioética en Investigación del Centro de Desarrollo Estratégico e Información en Salud y Seguridad Social de la Caja Costarricense de SegurIDAD Social.

El estudio tenía los siguientes criterios de inclusión:

1. Pacientes con diagnóstico de asma descompensada en una crisis moderada-severa según las guías clínicas del *Ginashtma* 2006, 15 con un pico flujo menor a 250 L/min.

2. Pacientes con requerimientos de oxígeno menor o iguales al 0.4 de fracción de inspiración o una saturación de oxígeno > 92%.

Los criterios de exclusión fueron los siguientes:

1. Pacientes con diagnóstico de enfermedad pulmonar obstructiva crónica.
2. Pacientes menores de 18 años o mayores de 60 años.
3. Pacientes embarazadas.
4. Requerimientos de oxígeno mayor a 0.4 de fracción de inspiración o una saturación arterial de oxígeno < 92%.
5. Neumotórax.
6. Neumomediastino.
7. Inestabilidad hemodinámica, PA menor de 90/60.
8. Pacientes con enfermedad coronaria establecida.
9. Paciente con insuficiencia cardíaca descompensada.
10. Paciente con intolerancia conocida a los beta 2 agonistas.

Diseño del estudio y procedimientos

Los pacientes asmáticos que ingresaron al Área de Inhaloterapia y que cumplieron con los criterios de ingreso al estudio fueron asignados aleatoriamente a uno de los dos grupos mediante el uso de sobres sellados que contenían una copia de la hoja de recolección de datos indicando el grupo asignado (heliox o aire) y un número secuencial. Estos sobres habían sido mezclados previamente para evitar una asignación consecutiva.

El período de ejecución del estudio fue de un mes y no se realizó muestreo. Se trabajó con el universo de pacientes que cumplieron los criterios. Las variables demográficas que se recolectaron fueron: edad, sexo, talla, años de evolución del asma, fecha y hora de ingreso y egreso del Servicio de Emergencias.

A todos los pacientes se les registró el pico flujo en L/min y el porcentaje del pico flujo predicho (según la talla) al ingreso, y al completar cada ciclo de tratamiento. Para la medición de pico flujo fue utilizado un medidor de flujo espiratorio máximo, el Peak® (Creative Biomedics, Inc. San Clemente, CA). Los pacientes realizaron tres espiraciones forzadas para la medición, según lo recomendado por la Sociedad Americana del Tórax.¹⁶ Además, se tomaron los signos vitales: frecuencia cardíaca, presión arterial, frecuencia respiratoria y saturación de oxígeno, con el monitor de signos vitales disponible en el servicio al ingreso y al final de cada intervención terapéutica.

A ambos grupos se les administraron inicialmente tres nebulizaciones con 1 mg de salbutamol con 2 mL de solución salina al 0.9% cada 20 minutos, posterior

a lo cual eran reevaluados clínicamente, y si persistían con un pico flujo menor a 250 L/min se iniciaba un nuevo ciclo de tratamiento con salbutamol como el descrito anteriormente. En la segunda evaluación clínica, si el paciente persistía sintomático o con el pico flujo aún por debajo de 250 L/min, éste continuaría con terapia convencional y finalizaba la intervención (figura 1). El grupo control utilizó aire u oxígeno como propulsor de las nebulizaciones, mientras que con el grupo de intervención se utilizó heliox en una proporción de 80% helio y 20% oxígeno, como ya ha sido reportado en la literatura,^{17,18} fijando un flujo de 10 L/min.¹⁹ Para la administración de las nebulizaciones con heliox se utilizó una mascarilla nasobucal de no reinhalación. El tiempo mínimo de intervención fue de 60 minutos y el máximo de 120 minutos. La terapia adjunta para el manejo de la crisis aguda se dejó a discreción del médico tratante.

Los puntos finales establecidos para el estudio fueron los siguientes:

- Punto final primario: Determinar que nebulizar la medicación (salbutamol) con heliox mejora el pico flujo en un 30% más que utilizando aire u oxígeno como propulsor de las nebulizaciones, esto basado en publicaciones anteriores.¹⁴
- Puntos finales secundarios: Determinar que el uso de heliox disminuye la estancia de los pacientes asmáticos en el Servicio de Emergencias, la tasa de hospitalización y el uso de ventilación mecánica asistida.

Análisis estadístico

A partir del punto final primario planteado, con un nivel de significancia (error tipo I α) de 5% y con un poder ($1-\beta$) del 80%, se calculó el número de pacientes necesarios para encontrar una diferencia estadísticamente significativa en la mejoría del pico de flujo. El análisis de los datos fue por medio de la prueba Chi cuadrada o prueba de Fisher para medir asociaciones entre variables categóricas y la prueba t de Student para comparar los promedios de las variables continuas entre los tratamientos. También se calcularon los percentiles del porcentaje de cambio del pico de flujo para cada tratamiento. Fueron tomados como significativos aquellos valores con una $p < 0.05$.

RESULTADOS

En el estudio participaron 71 personas; 37 de ellas fueron asignadas de manera aleatoria para recibir heliox y 34 aire u oxígeno (grupo control) como vehículo para nebulizar. De éstos, el 34% fueron hombres. La edad promedio, en general, de los pacientes fue de 38 años,

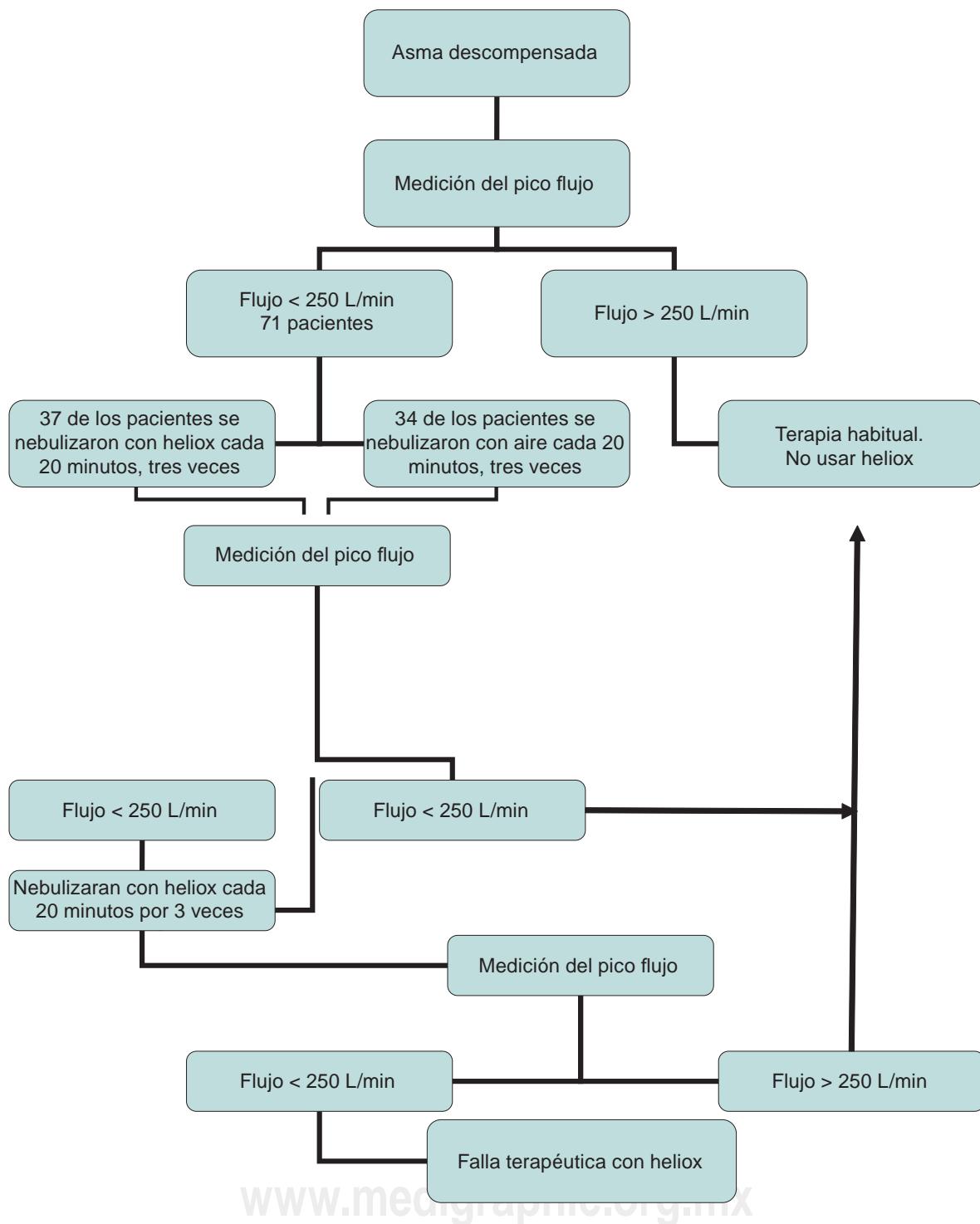


Figura 1. Algoritmo del protocolo del estudio (se omitió el brazo del estudio que corresponde a la continuación de la terapia convencional para facilitar su lectura).

aquellos que fueron tratados con heliox fue de 40 años y de 37 años para el grupo control. Los años promedio de diagnóstico de asma, fueron 22 para aquellos tratados con heliox y 20 para el grupo control. No se encontra-

ron diferencias significativas en cuanto a las variables demográficas registradas (tabla 1).

El 59% de los pacientes recibieron como tratamiento adjunto esteroides. El siguiente medicamento más fre-

Tabla 1. Características demográficas y clínicas de los pacientes del estudio.

	Heliox		Aire u oxígeno		Total	
	N	%	N	%	N	%
Sexo del paciente						
Hombre	15	40.5	9	26.5	24	33.8
Mujer	22	59.5	25	73.5	47	66.2
Edad (años)						
Menos de 29	9	24.3	10	29.4	19	26.8
29-39	8	21.6	9	26.5	17	23.9
40-49	11	29.7	7	20.6	18	25.4
50+	9	24.3	8	23.5	17	23.9
Tratamiento adjunto						
Ninguno	3	8.1	2	5.9	5	7.0
Esteroides	18	48.6	24	70.6	42	59.2
Ipratropio	1	2.7	0	0.0	1	1.4
Esteroides + ipratropio	4	10.8	4	11.8	8	11.3
Esteroides + aminofilina	1	2.7	2	5.9	3	4.2
Esteroides + sulfato de magnesio	4	10.8	0	0.0	4	5.6
Ipratropio + cualquier combinación	6	16.2	2	5.9	8	11.3
Disposición al completar 3 ó 6 nebulizaciones						
De alta del Servicio con egreso	17	45.9	20	58.8	37	52
Continúa terapia o ingreso	20	54.1	14	41.2	34	48

cuentemente utilizado para el manejo de las crisis fue el bromuro de ipratropio. No existió diferencia significativa en cuanto al tratamiento adjunto recibido por el grupo de heliox y el grupo control (tabla 1). Del total de pacientes, 18 recibieron al menos 6 nebulizaciones; de éstos, 10 fueron tratados con heliox y 8 con oxígeno, sin diferencia significativa entre ambos grupos.

El 52% de todos los pacientes fueron dados de alta del Servicio de Emergencias, del grupo control egresaron 20 pacientes (59% de este grupo) (tabla 1). Los que continuaron en el Área de Inhaloterapia, el 54% habían sido tratados con heliox; estadísticamente no existió diferencia significativa en la estancia que pudiera achacarse al uso de algún gas en particular ($p = 0.2$). Ninguno de los pacientes requirió uso de ventilación mecánica asistida ni de ventilación no invasiva.

Las características clínicas (medidas espirométricas, signos vitales y oximetría de pulso) en las que se encuentran diferencias significativas entre quienes utilizaron heliox y oxígeno son el porcentaje de pico de flujo espiratorio predicho al ingreso y la frecuencia cardíaca a las tres nebulizaciones (tabla 2). El porcentaje de pico de flujo espiratorio predicho al ingreso fue de 36.7% para el grupo de heliox y de 43% para el grupo control ($p = 0.05$). La frecuencia cardíaca a las 3 nebulizaciones fue en promedio de 119 lat/min para el grupo de heliox y de 109 lat/min para el grupo control ($p < 0.05$).

En cuanto al punto final primario (tabla 3), se determinó que el porcentaje de mejoría promedio del pico de flujo espiratorio al final del tratamiento (3 ó 6 nebuli-

zaciones) fue de un 90.2% con heliox y de 64.4% en el grupo control, 26 puntos superior para el grupo de tratamiento ($p < 0.05$). Cuando se tomaron los porcentajes de mejoría sólo a los pacientes que habían recibido 3 nebulizaciones (figura 2), los resultados fueron 76.5% para el grupo de heliox y 55.9% para el grupo control, con una diferencia de 20 puntos a favor del grupo de intervención ($p = 0.05$).

Los pacientes fueron divididos en percentiles según su nivel de pico flujo antes del tratamiento. Para los percentiles 25, 50 y 75 el porcentaje de mejoría en el pico flujo para el grupo de heliox fue de 37, 74 y 102% respectivamente; mientras que para el grupo control, para los mismos percentiles, los porcentajes de cambio fueron: 25, 49 y 93% (figura 3).

DISCUSIÓN

El pico de flujo espiratorio es un parámetro clínico muy importante en la evaluación de un paciente asmático en crisis, no sólo para determinar la severidad de ésta, sino también para determinar la respuesta al tratamiento como criterio de egreso del Servicio de Emergencias o del hospital, y el criterio de riesgo de reingreso hospitalario, por lo que cambios en este parámetro son muy relevantes a la hora de tomar decisiones en el manejo de estos pacientes.^{15,20,21} La utilización de heliox como gas propulsor de las nebulizaciones con salbutamol, mejoró el pico flujo de los pacientes asmáticos con crisis agudas moderadas a severas en 26 puntos en comparación con

Tabla 2. Pico flujo, signos vitales y oximetría de pulso.

	N	Heliox Prom	DE	N	Aire u oxígeno Prom	DE	p-value
<i>Pico flujo (L/min)</i>							
Ingreso	37	163.8	45.1	34	184.1	45.4	0.06
3 nebulizaciones	37	281.4	84.4	34	279.3	74.8	0.91
6 nebulizaciones	10	243.0	60.0	8	235.0	37.0	0.75
<i>Pico flujo predicho (%)</i>							
Ingreso	37	36.7	12.0	34	43.0	14.0	0.05
3 nebulizaciones	37	62.2	17.9	34	63.9	16.4	0.68
6 nebulizaciones	10	61.5	15.5	8	60.2	7.8	0.83
<i>Frecuencia cardiaca (lat/min)</i>							
Ingreso	37	98.0	15.4	34	96.9	18.5	0.79
3 nebulizaciones	37	119.3	18.7	34	109.5	19.0	0.03
6 nebulizaciones	10	124.2	16.3	9	117.4	14.2	0.35
<i>Presión arterial sistólica (mmHg)</i>							
Ingreso	37	127.2	15.4	34	125.4	16.9	0.94
3 nebulizaciones	37	127.2	15.4	33	129.0	17.1	0.64
6 nebulizaciones	10	130.5	17.3	8	130.5	15.2	1.00
<i>Presión arterial diastólica (mmHg)</i>							
Ingreso	37	75.5	12.1	34	76.9	11.1	0.64
3 nebulizaciones	37	75.1	15.1	34	73.8	7.6	0.65
6 nebulizaciones	10	69.3	10.2	8	71.4	5.8	0.62
<i>Saturación de oxígeno (%)</i>							
Ingreso	37	94.6	2.1	34	94.8	2.2	0.65
3 nebulizaciones	37	94.6	2.1	34	94.5	3.1	0.68
6 nebulizaciones	10	93.7	1.4	8	93.9	2.6	0.86
<i>Frecuencia respiratoria (resp/min)</i>							
Ingreso	37	20.8	4.5	34	19.5	3.3	0.20
3 nebulizaciones	37	17.7	3.2	34	18.2	4.5	0.63
6 nebulizaciones	10	18.6	3.6	8	18.1	3.3	0.78

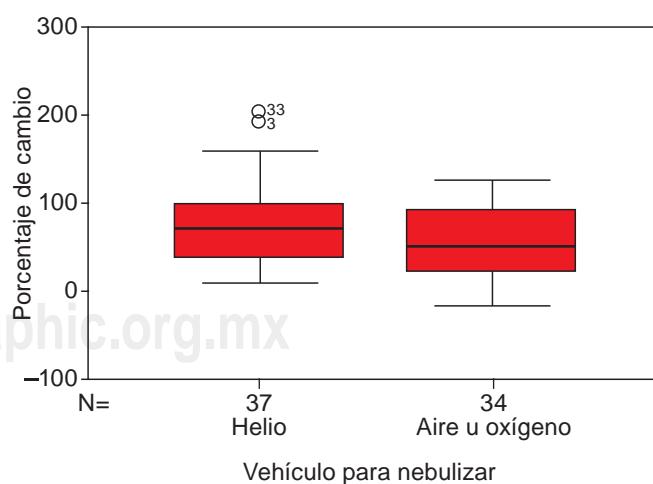
DE: Desviación estándar.

Tabla 3. Comparación de los promedios de cambio en el pico de flujo (3-6 nebulizaciones) según vehículo utilizado.

Vehículo	Promedio	N	DE
Heliox	90.2	37	49.8
Aire u oxígeno	64.4	34	43.4
Total	77.8	71	48.3
sig = 0.02			

promedio de mejora: $\frac{\text{Pico de flujo predicho final} * 100}{\text{pico de flujo predicho inicial}} - 100$

DE: Desviación estándar.

**Figura 2.** Porcentaje de cambio en el pico flujo en los pacientes que recibieron tres nebulizaciones.

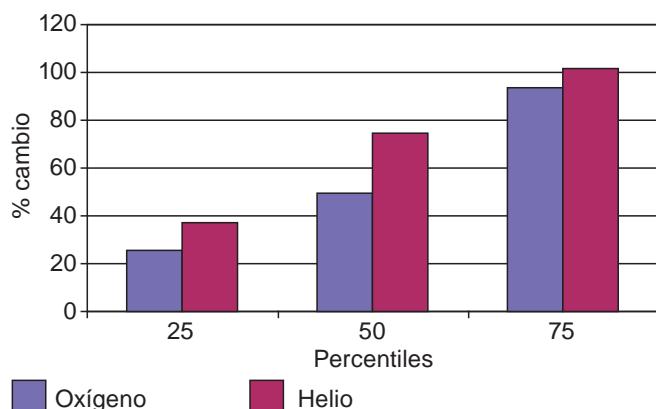


Figura 3. Comparación en el porcentaje de mejoría del pico flujo según el tratamiento recibido.

el vehículo utilizado convencionalmente (aire u oxígeno). Esto está en relación directa con la literatura publicada hasta la fecha, donde se han reportado diferencias entre el heliox y el aire de hasta 29.6 puntos porcentuales a favor del heliox.¹⁴

Del mismo modo, existe la probabilidad de que la utilización del heliox en las descompensaciones agudas del asma pudiera ser más efectivo, sobre todo en los pacientes con mayor compromiso de la función pulmonar al ingreso.⁵ En nuestro estudio, los pacientes incluidos tenían en promedio picos de flujo al ingreso inferiores a 200 L/min e inferiores al 50% del valor predicho, y este compromiso de la función pulmonar resultó ser más grave aun en los pacientes que recibieron heliox. Este hecho tiene dos implicaciones importantes, la primera es que permite mostrar claramente la conspicua mejoría de los valores de pico flujo en los nebulizados con heliox y podría explicar como segunda conclusión, el porqué dicha mejoría no se tradujo en un egreso más rápido o en una menor necesidad de terapia en estos pacientes.

Es de comentar que aunque la mejoría del pico flujo predicho fue estadísticamente significativa a favor del heliox, al final del período de intervención, el porcentaje de este parámetro fue en promedio de 61.5% para heliox y de 60.2% para el grupo control, ambos sobre el umbral sugerido para considerar egreso (60%).¹⁵

Por otro lado, la mayor llegada y retención de las partículas de salbutamol a su sitio de acción al ser propulsadas por heliox, un fenómeno ya sugerido por otros investigadores,¹³ podría ser el mecanismo farmacocinético que explica la mayor frecuencia cardiaca de los pacientes que se nebulizaron con salbutamol y heliox en comparación con el grupo control; pero esto requeriría medir niveles séricos de salbutamol para comprobarlo. Este hallazgo cronotrópico debería tenerse en cuenta en pacientes con cardiopatías de base por su potencial

aumento del consumo miocárdico de oxígeno.

En cuanto a la terapia adjunta utilizada en las crisis asmáticas, se coligen dos hechos importantes. El primero es que ninguno de los medicamentos utilizados (esteroides, ipratropio, sulfato de magnesio y metilxantinas) modificó la evolución de la crisis en ninguno de los grupos, al menos desde el punto de vista de los parámetros relevantes de este estudio. El segundo hecho, es que a pesar de las recomendaciones de manejos actuales propuestas por el *Ginasthma*, un 40% de los pacientes no recibieron esteroides como parte de su tratamiento en emergencias.

Las principales limitaciones del estudio son las siguientes:

1. No fue posible medir el real impacto del heliox en la duración de la estancia del Servicio de Emergencia, porque la evolución clínica de estos pacientes no se pudo sustraer de la actividad del resto del Servicio de Inhaloterapia.
2. El estudio no fue cegado por la infraestructura del Servicio de Inhaloterapia que no permitía ocultar la fuente de origen de los gases.
3. Una población mayor de pacientes hubiera permitido no utilizar pruebas no paramétricas cuya potencia estadística es válida, pero menor a la de las pruebas inferenciales del tipo de ANOVA.
4. La respuesta al tratamiento fue mayor en el grupo de heliox, sin embargo, este grupo tenía una menor función pulmonar medida por el pico de flujo espiratorio. Esto podría eventualmente explicar la mejor respuesta, es decir, que a mayor obstrucción hubiese existido una mayor respuesta.

Finalmente, las implicaciones prácticas del estudio se resumen en:

1. El heliox es útil en el manejo inicial de la crisis asmática moderada o severa, pero como complemento de las terapias ya establecidas especialmente en pacientes con broncoespasmo grave.
2. No parece tener efectos adversos, pero es recomendable su uso juicioso en pacientes con cardiopatía isquémica a causa de favorecer la taquicardia.

REFERENCIAS

1. Masoli M, Fabian D, Holt S, Beasley R. *Global Initiative for Asthma (GINA) Program. The global burden of asthma: executive summary of the GINA Dissemination Committee report.* Allergy 2004;59:469-478.
2. Beasley R. *The Global Burden of Asthma Report, Global Initiative for Asthma (GINA).* Access date: October 29,

2007. Available from: <http://www.ginasthma.org2004>
- 3. Smith DH, Malone DC, Lawson KA, Okamoto LJ, Battista C, Saunders WB. *A national estimate of the economic costs of asthma*. Am J Respir Crit Care Med 1997;156(3 Pt 1):787-793.
 - 4. McFadden ER Jr. *Acute severe asthma*. Am J Respir Crit Care Med 2003;168:740-759.
 - 5. Rodrigo G, Pollack C, Rodrigo C, Rowe BH. *Heliox para pacientes con asma aguda no intubados* (Revisión Cochrane traducida). En: *La Biblioteca Cochrane Plus*, 2007, número 2. (Traducida de The Cochrane Library, 2007 Issue 2. Chichester, UK: John Wiley & Sons). Oxford: Update Software. Fecha de consulta: 18 de septiembre, 2007. Disponible en: <http://www.update-software.com>
 - 6. Sayers RR, Yant WP. *Value of helium-oxygen atmosphere in diving and caisson operations*. Anesth Analg 1926;5:127-138.
 - 7. Thompson E. *Helium in deep diving*. Science 1927;65:36-38.
 - 8. Barach AL. *Use of helium in the treatment of asthma and obstructive lesions in the larynx and trachea*. Ann Intern Med 1935;9:739-765.
 - 9. Papamoschou D. *Theoretical validation of the respiratory benefits of helium-oxygen mixtures*. Respir Physiol 1995;99:183-190.
 - 10. Faisy C, Diehl JL, Guerot E, Rezgui N, Labrousse J. *Utilisation du mélange hélium-oxygène en pratique pneumologique*. Rev Mal Respir 1999;16:1063-1073.
 - 11. Jammes Y, Broussole B, Giry P, Hyacinthe R. *Physiologie respiratoire et plongée*. In: Broussole B. *Physiologie et médecine de la plongée*. Paris: Ellipses;1992:133-134.
 - 12. Barnett TB. *Effects of helium and oxygen mixtures on pulmonary mechanics during airway constriction*. J Appl Physiol 1967;22:707-713.
 - 13. Anderson M, Svartengren M, Bylin G, Philipson K, Camner P. *Deposition in asthmatics of particles inhaled in air or in helium-oxygen*. Am Rev Respir Dis 1993;147:524-528.
 - 14. Colebourn CL, Barber V, Young JD. *Use of helium-oxygen mixture in adult patients presenting with exacerbations of asthma and chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review*. Anaesthesia 2007;62:34-42.
 - 15. Global Initiative for Asthma. *Global Strategy for Asthma Management and Prevention*. Access date: September 18, 2007. Available from: <http://www.ginasthma.org2006>
 - 16. *Standardization of spirometry, 1994 Update*. American Thoracic Society. Am J Respir Crit Care Med 1995;152:1107-1136.
 - 17. Kress JP, Noth I, Gelbach BK, et al. *The utility of albuterol nebulized with heliox during acute asthma exacerbations*. Am J Respir Crit Care Med 2002;165:1317-1321.
 - 18. Lee DL, Hsu CW, Lee H, Chang HW, Huang YC. *Beneficial effects of albuterol therapy driven by heliox versus by oxygen in severe asthma exacerbation*. Acad Emerg Med 2005;12:820-827.
 - 19. Kim IK, Saville AL, Sikes KL, Corcoran TE. *Heliox-driven albuterol nebulization for asthma exacerbations: an overview*. Respir Care 2006;51:613-618.
 - 20. Shim CS, Williams MH Jr. *Evaluation of the severity of asthma: patients versus physicians*. Am J Med 1980;68:11-13.
 - 21. Nowak RM, Pensler MI, Sarkar DD, et al. *Comparison of peak expiratory flow and FEV1 admission criteria for acute bronchial asthma*. Ann Emerg Med 1982;11:25-30.

✉ Correspondencia:

Dr. Donato A. Salas-Segura
Apdo postal 10706-1000, San José, Costa Rica.
Correo electrónico: dasscom@racsac.co.cr

Los autores declaran no tener conflictos de interés