



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

INSTITUTO NACIONAL DE PEDIATRIA

ESTUDIO DE COSTO DE LA UTILIZACIÓN DE LA MEZCLA DE HELIO Y OXÍGENO (HELIOX)
PARA EL MANEJO DE NIÑOS CON CRISIS ASMÁTICA MODERADA A GRAVE

T E S I S

PARA OBTENER EL TÍTULO DE MEDICO ESPECIALISTA EN:

PEDIATRÍA

P R E S E N T A

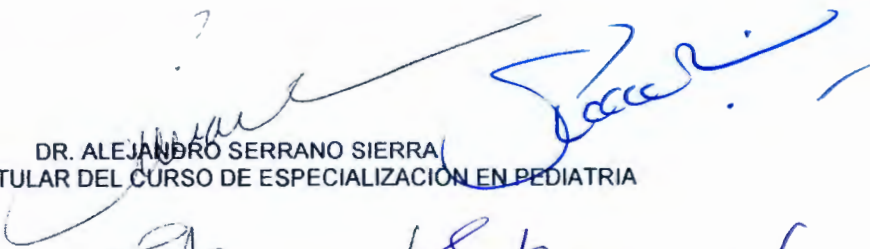
DRA. RAQUEL ESTRADA MIRANDA

TUTORA DE TESIS
DRA. BEATRIZ LLAMOSAS GALLARDO

COTUTORA
DRA. DIANA MARIA ANDRADE PLATAS

MÉXICO, D.F FEBRERO 2014

ESTUDIO DE COSTO DE LA UTILIZACIÓN DE LA MEZCLA DE HELIO Y OXÍGENO (HELIOX)
PARA EL MANEJO DE NIÑOS CON CRISIS ASMÁTICA MODERADA A GRAVE


DR. ALEJANDRO SERRANO SIERRA
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE ESPECIALIZACIÓN EN PEDIATRÍA


DRA. ROSAURA ROSAS VARGAS
DIRECTORA DE ENSEÑANZA


DR. LUIS MARTÍN GARRIDO GARCÍA
JEFE DE DEPARTAMENTO DE PRE Y POSGRADO


DRA. BEATRIZ LLAMOSAS GALLARDO
TUTORA DE TESIS


DRA. DIANA MARÍA ANDRADE PLATAS
CO-TUTORA



1. INDICE.

Resumen estructurado.....	1-3
Pregunta.....	4
Antecedentes.....	4-5
Tratamiento del Asma.....	5-6
Medicamentos.....	6-8
Estudios sobre costos de la atención del paciente con asma.....	8-10
Planteamiento del problema.....	11
Justificación.....	11
Objetivo.....	11
Métodos.....	11
Criterios de Inclusión.....	12
Criterios de Exclusión.....	12
Criterios de Eliminación.....	12
Descripción del método.....	12
Flujograma.....	13
Definiciones operacionales.....	13-18
Tamaño de la muestra.....	18
Análisis estadístico.....	18
Aspectos éticos.....	18
Resultados.....	19-20
Discusión.....	20-22
Referencias.....	23
Anexo I.....	24-26

1.1 RESUMEN ESTRUCTURADO

TITULO: "Estudio de costo de la utilización de la mezcla de helio y oxígeno (heliox) para el manejo de niños con crisis asmática moderada a grave"

TESISTA: Dra. Raquel Estrada Miranda

TUTORA: Dra. Beatriz Llamosas Gallardo

ASESORAS: Dra. Diana Ma. Andrade Platas, Dra. Ana Alejandra Ortiz Hernández

ANTECEDENTES: El asma es la enfermedad crónica más común en niños, con una prevalencia estimada de 3 a 5%. La crisis asmática es un episodio agudo de obstrucción de la vía aérea donde la dificultad respiratoria es común y puede llevar a la falla respiratoria asociada con elevadas tasas de morbilidad y mortalidad. Pese a la terapia convencional inmediata, el manejo de la crisis asmática está en proceso de cambio, ya que la disminución de la obstrucción de la vía aérea no suele ocurrir lo suficientemente rápido para prevenir la falla ventilatoria y la necesidad de ventilación mecánica. En el Instituto Nacional de Pediatría (INP) se atienden más de 500 pacientes por crisis asmática por año. No conocemos los costos directos de la atención de estos pacientes, ni los costos secundarios que gasta la familia por la atención del paciente. Se ha innovado en el tratamiento de las crisis asmáticas con el objetivo de disminuir los tiempos de estancia hospitalaria y las posibles complicaciones, sin embargo no existe ningún estudio donde se haya considerado los insumos utilizados en la atención y el gasto que conlleva. Los costos sanitarios se dividen en costos directos, indirectos e intangibles. Los costos directos (CD) están relacionados con los recursos consumidos (fármacos, ingresos hospitalarios, pruebas diagnósticas, gastos de personal sanitario), los costos indirectos (CI) tienen relación con la pérdida de productividad debido a la enfermedad (bajas e incapacidades laborales, jubilaciones anticipadas y muertes prematuras), y los costos intangibles se refieren a las posibles ganancias económicas no obtenidas debido a la enfermedad. Se calcula el costo por consulta de una crisis asmática es de 176 dólares.

El heliox (mezcla de helio y oxígeno) ha demostrado mejoría significativa en la ventilación, dando oportunidad a los agentes terapéuticos de tener mejor efecto, y

secundariamente menos tiempo de estancia hospitalaria y generación de menor costo.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: Las crisis asmática representa una de las principales causas de ingreso a los servicios de Urgencias y la falta de respuesta al tratamiento se encuentra asociada con elevadas tasas de morbilidad y mortalidad.

La terapia convencional inmediata se compone de oxígeno, beta-agonista y corticoesteroides. Desafortunadamente, la resolución de la obstrucción de la vía aérea no suele ocurrir lo suficientemente rápido para prevenir la falla ventilatoria. El requerimiento de oxígeno, de monitorización continua y hospitalización generan costos directos para la institución que brinda el servicio como indirectos e intangibles para el paciente, sin embargo no hay suficiente información sobre los costos de tratamiento de crisis asmática asma en México y no existen estudios de costos al introducir nuevas maniobras terapéuticas.

JUSTIFICACION: Las estrategias diseñadas para reducir el trabajo respiratorio en etapas tempranas, podrían ser benéficas en pacientes con crisis asmática moderada a grave. El helio puede disminuir el trabajo dando oportunidad a que los agentes terapéuticos tales como la beta-agonista y corticoesteroides tengan el efecto esperado. No obstante su fácil utilización, relativo bajo costo y seguridad permite ser un tratamiento adecuado para paciente con crisis asmática de moderada a grave. Se está conduciendo el estudio clínico controlado, aleatorizado, doble ciego "Eficacia y seguridad de la mezcla de helio-oxígeno (heliox) para el manejo de niños con crisis asmática moderada grave" en el INP desde el 2009, en donde se ha administrado heliox y terapia convencional versus terapia convencional, a sujetos de entre 5 y 18 años que llegaron al servicio de urgencias con crisis asmática moderada y grave, es necesario conocer los costos directos ejercidos en este estudio para posteriormente hacer un análisis de costo efectividad y/o costo beneficio.

OBJETIVO: Calcular el costo simple de la utilización de recursos en el estudio “Eficacia y seguridad de la mezcla de helio-oxígeno (heliox) para el manejo de niños con crisis asmática moderada grave”.

MATERIAL Y METODO: Estudio observacional, retrospectivo, transversal, descriptivo, utilizando expedientes de sujetos que se ingresaron al estudio “Eficacia y seguridad de la mezcla de helio-oxígeno (heliox) para el manejo de niños con crisis asmática moderada grave” conducido en el INP del 2009 a la fecha. Mediante un instrumento de recolección de datos se obtuvieron de forma unitaria los recursos utilizados en la atención médica de cada uno de los sujetos, desde el expediente de protocolo en donde se encuentran los datos demográficos anonimizados. Así mismo se obtuvieron los costos unitarios de los recursos (al año 2014) y se realizó una multiplicación simple del costo por recurso utilizado.

RESULTADOS: Se encontró en los 60 expedientes del estudio, en el grupo de heliox la media del costo fue de \$2495.75 pesos y en el grupo de terapia convencional fue de \$2575 pesos; entendiéndose que en el grupo convencional se realizan 4.5 nebulizaciones subsecuentes y 6.55 horas con oxígeno y en el grupo heliox se realizan 3 nebulizaciones subsecuentes con 4.29 horas de oxígeno continuo. Se tiene una diferencia de 2.26 horas y si se calcula el costo de las mismas por separado, comprendiendo una nebulización 2.26 horas de oxígeno y 2.26 horas de estancia, el utilizar heliox podría haber generado un ahorro de \$591 pesos.

2. PREGUNTA.

¿Cuáles son los costos que se generaron en estudio “Eficacia y seguridad de la mezcla de helio y oxígeno para el manejo de niños con crisis asmática moderada a grave”.

3. ANTECEDENTES.

El asma es un trastorno inflamatorio crónico de las vías respiratorias. Las características inmunohistopatológicas del asma incluyen la infiltración de células inflamatorias: neutrófilos, eosinófilos, linfocitos, activación de los mastocitos y lesión de células epiteliales.⁹

En individuos susceptibles, esta inflamación causa periodos recurrentes de sibilancias, disnea, opresión torácica y tos, particularmente en la noche o la madrugada, llamadas crisis o exacerbaciones. La inflamación hace a la vía aérea hipersensible a diferentes estímulos, dando lugar a hiperreactividad. Cuando la vía aérea se expone a estos estímulos se inflama, se contrae la musculatura y se llena de moco. La obstrucción al flujo aéreo es generalizada y variable en intensidad. A menudo es reversible, ya sea espontáneamente o con tratamiento.⁸

El asma es un problema de salud pública en todo el mundo, con un estimado de 300 millones de individuos afectados. La prevalencia global del asma varía entre el 1% al 18% de la población en diferentes países. La Organización Mundial de la Salud ha estimado que 15 millones de años vida ajustados para incapacidad (DALYs) han sido perdidos anualmente debido al asma, representando el 1% del total de la carga global por enfermedad. Las muertes anuales mundiales por asma se han estimado en 250.000 y la mortalidad no parece correlacionarse con la prevalencia. No hay suficientes datos para determinar las causas probables de las variaciones descritas en la prevalencia entre diferentes poblaciones.⁶

En México, la prevalencia de asma aguda se reporta entre 36.6 y 56.5 por mil pacientes pediátricos atendidos. La tasa de morbilidad y mortalidad también se ha incrementado, y en la actualidad la crisis asmática se ubica entre el primero y el

tercer lugar de las causas de internamiento en los hospitales generales. La tendencia mensual de ingreso hospitalario originado por estos padecimientos ocupa el tercer lugar, la tasa de mortalidad se incrementó de 3.24 a 12.76 por cada 100,000 derechohabientes y la tasa de morbilidad aumentó de 0.34 a 1.23 en 1998. En el Distrito Federal la tasa total de egresos hospitalarios se elevó de 2.52 a 20.52.⁴

3.1 Tratamiento del Asma.

El tratamiento del asma agudo se encamina a disminuir el broncoespasmo y la inflamación. En las crisis asmáticas según el EPR el tratamiento precoz es la mejor estrategia. Los elementos tempranos en el hogar incluyen:

- Educación del paciente.
- Reconocimiento de los primeros signos de empeoramiento del asma.
- Intensificación de la terapia apropiada.
- La eliminación o retirar del factor ambiental que contribuye a la exacerbación.
- Una comunicación inmediata entre el paciente y el médico.

En lo que respecta a la educación del paciente se nos refiere que se debe tener en cuenta un plan de acción para el asma por escrito para guiar a los pacientes sobre el auto-manejo de las exacerbaciones en casa, especialmente para los que tienen asma moderada o grave persistente, así como cualquier paciente que tiene un historial de exacerbaciones graves. Se deben reconocer los primeros signos de empeoramiento del asma para así tomar acciones rápidas. En cuanto a la intensificación de la terapia apropiada hay que aumentar los beta 2-agonistas inhalados de acción corta y, en algunos casos, la adición de un curso corto de corticosteroides orales sistémicos. La eliminación del factor ambiental que contribuye la exacerbación es uno de los puntos cruciales del manejo inicial al mismo tiempo que tener una comunicación inmediata entre el paciente y el médico acerca de cualquier deterioro grave de los síntomas, así como la disminución de la capacidad de respuesta a los beta 2 agonistas inhalados de acción corta o disminución de la duración de efecto.⁹

El manejo de las exacerbaciones que requieren atención médica urgente es:

- Oxígeno.
- Los agonistas beta 2 de acción corta inhalados.
- Los corticoesteroides sistémicos.
- Examen de los tratamientos adyuvantes.
- La prevención de la recaída de la exacerbación o la repetición de otra exacerbación.

El manejo con el oxígeno es útil para aliviar la hipoxemia en las exacerbaciones moderadas o graves, así como los agonistas beta 2 de acción corta inhalados, ayudan a aliviar la obstrucción al flujo aéreo, con o sin la adición de bromuro de ipatropio inhalado en las exacerbaciones graves. Los corticoesteroides sistémicos se utilizan para reducir la inflamación de las vías aéreas en las exacerbaciones moderadas y graves, también se usan en los pacientes que no responden rápidamente a un beta 2-agonista inhalado de acción corta. Los tratamientos adyuvantes, tales como sulfato de magnesio intravenoso o heliox, son útiles en las exacerbaciones graves que no responden a los tratamientos iniciales mencionados anteriormente.

Para evitar una recaída se debe dar un plan de alta en el departamento de urgencias antes de su egreso, que incluya un tratamiento de seguimiento de 1 a 4 semanas, con instrucciones para los medicamentos prescritos y medicamentos que se pueden agregar si empeora la crisis asmática. Se deben revisar las técnicas de inhalación siempre que sea posible.⁹

3.1.2 Medicamentos

Los medicamentos para el asma se categorizan en dos clases generales: los medicamentos para control a largo plazo para alcanzar y mantener el control del asma persistente, y medicamentos para el alivio rápido para tratar los síntomas agudos y exacerbaciones.

Los medicamentos para el control a largo plazo están basados en la disminución de inflamación. Son utilizados para este efecto, los corticoesteroides,

el cromoglicato de sodio y nedocromio, inmunomoduladores (omalizumab), modificadores de leucotrienos (montelukast y zafirlukast), agonistas B2 de acción prolongada (salmeterol, formoterol y salbutamol), metilxantinas.⁹

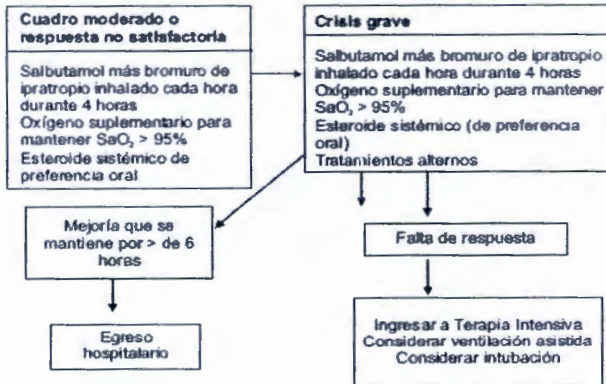
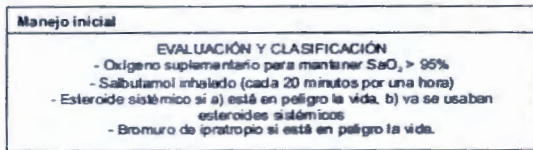
Los medicamentos para alivio rápido son anticolinérgicos, agonistas B2 de acción corta y corticoesteroides.

La recomendación del panel de expertos EPR-3 (EPR 2007. The Expert Panel Report 3 Full Report 2007: Guidelines for the Diagnosis and Management of Asthma. URL:

<http://www.nhlbi.nih.gov>) para el tratamiento de las crisis asmáticas es:

1. El oxígeno para aliviar la hipoxemia en las exacerbaciones moderadas o graves.
2. Agonistas beta 2 de acción corta inhalados, para aliviar la obstrucción del flujo de aire, con la adición de bromuro de ipratropio inhalado en exacerbaciones graves.
3. Los corticosteroides sistémicos para reducir la inflamación de las vías aéreas en las exacerbaciones de moderadas a graves o para los pacientes que no responden rápida y completa a un agonista beta 2 de acción corta inhalado.
4. Considerar los tratamientos adyuvantes, como el sulfato de magnesio intravenoso o heliox, en las exacerbaciones graves, que no responden a los tratamientos iniciales mencionadas anteriormente.
5. Seguimiento de la respuesta a la terapia con mediciones seriadas de la función pulmonar.

Se normó el tratamiento en el manejo inicial en el cuadro moderado y en las crisis graves (Ver cuadro 1):



CUADRO 1. Tomado del Consenso Mexicano de Asma (Consenso Mexicano de Asma. Neumología y Cirugía de Tórax. Vol. 64 (S1):S7-S 44, 2005).

Al egreso:

- Cido corto de esteroide oral
- Broncodilatador de acción corta PRN
- Continuar o iniciar corticoides inhalados
- Considerar el uso de broncodilatador adrenérgico beta 2 de acción larga
- Verificar técnica inhalatoria
- Evitar factores desencadenantes
- Verificar dinámica familiar
- Citar a consulta en dos semanas para iniciar la terapia a largo plazo

3.2 Estudios sobre costos de la atención del paciente con asma.

La mayoría de los trabajos sobre carga económica del asma están vinculados al tratamiento farmacológico, las exacerbaciones y las visitas a los servicios de Urgencias. La forma en que la influenza incrementó la carga del asma al aumentar las tasas de hospitalizaciones es una perspectiva de análisis, sin embargo lo mismo sucedería con otro tipo de infecciones respiratorias agudas y con aquellos factores que predisponen la aparición de exacerbaciones asmáticas, cerrándose un círculo vicioso, pues el incremento de la carga de enfermedad

afecta la calidad de vida del paciente y al disminuir ésta, aumenta la carga de la enfermedad.¹

Los costos sanitarios se pueden dividir en tres apartados: costos directos, costos indirectos y costos intangibles. Mientras que los costos directos (CD) están relacionados con los recursos consumidos (fármacos, ingresos hospitalarios, pruebas diagnósticas, gastos de personal sanitario), los costos indirectos (CI) tienen relación con la pérdida de productividad debido a la enfermedad (bajas e incapacidades laborales, jubilaciones anticipadas y muertes prematuras), y los costos intangibles se refieren a las posibles ganancias económicas no obtenidas debido a la enfermedad.⁵

En los estudios realizados en diversos países, los CD igualan a los CI. Además, los costos motivados por crisis asmática representan el 33% de los CD y el 100% de los CI, lo que supone el 70% del coste total de la enfermedad. Esta situación indica que existe un deficiente control de la enfermedad que motiva un aumento del número e intensidad de las crisis, más visitas médicas, visitas a urgencias, pruebas diagnósticas, ingresos, bajas laborales, etc.⁵

En Estados Unidos, en 1990, el gasto erogado por la atención de pacientes asmáticos se estimó en 6, 200,000 de dólares; el 75% se generó en el servicio de urgencias. En el año de 1994, el costo total por hospitalización y manejo de pacientes con asma fue de 5,800,000 de dólares; los gastos directos representaron el 88% del total. Las urgencias implicaron 16.5% de los costos directos. En el año 2001 los gastos por tratamiento del asma, incluidas las exacerbaciones se estimaron en más de 6,000 millones de dólares (1% del gasto total en Estados Unidos).³

En México existe un estudio de costos en asma, efectuado en una población cerrada del Instituto Mexicano del Seguro Social del Estado de Nuevo León, en donde se reporta que la consulta externa reportó un total de 1,729 consultas por asma. El costo por consulta se consideró en USD\$176.00 lo que generó un costo total de USD\$304,304.00. En medicamentos se gastaron USD\$1, 131,575 que representaron 71% del total; 58 pacientes requirieron hospitalización y por ello se erogaron USD\$73,040.00 sin incluir gastos de atención por personal

de salud. Los costos de atención en los servicios de urgencias, sin hospitalización, fueron de USD\$42,408.00. Los costos médicos para los pacientes hospitalizados fueron de: USD\$31,008.00; el gasto total en promedio fue de USD\$1, 582,735.00.²

En cuanto a los costos indirectos en el estudio de Cavazos se obtuvieron costos por incapacidad por asma. Estas estimaciones son más difíciles de elaborar puesto que no se considera sólo el costo de la incapacidad diaria, sino que se contempla el costo de la suplencia en el trabajo, pérdida y baja de productividad, baja venta, etc. Se obtuvo el total de días de incapacidad en 1998, que fue de 63 días casi exclusivamente de obreros o empleados menores.²

En un estudio realizado en el Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias del 2009 se reportó que los días de incapacidad secundarios a las visitas a urgencias y hospitalización fueron 491, más 52 días de cuidados maternos atribuidos a los pacientes de pediatría, es decir, un total de 543 días-hombre. La media de días de incapacidad por paciente fue 12 (DE: \pm 6.33) y la media de días de cuidados maternos por enfermedad fue de 7.43 (DE: \pm 2.88). Estos resultados presentan una leve subestimación porque se basan únicamente en los días que los pacientes estuvieron en la sala de urgencias o el hospital, sin considerar los días de convalecencia en casas, aunque podría esperarse que la decisión de hospitalizar al paciente se tomó hasta el agravamiento del cuadro y que, después del alta hospitalaria no se reintegraron a sus labores de manera inmediata.¹

En el Instituto Nacional de Pediatría se condujo un Ensayo clínico sobre la utilización de heliox como terapia temprana de la crisis asmática moderada y grave, en donde se demuestra la eficacia y la seguridad de usar Heliox en las nebulizaciones con salbutamol, en un mecanismo cerrado, y con oxígeno entre una y otra nebulización. El estudio mostró que el uso de heliox disminuye aproximadamente 2.2 horas de estancia en urgencias con 4.7 horas utilizando heliox Vs. 6.9 horas con oxígeno (Llamosas-Gallardo B. "Eficacia y seguridad de la mezcla de helio y oxígeno para el manejo de niños con crisis asmática moderada a grave" en prensa).

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente en el Instituto Nacional de Pediatría (INP) se ven más de 500 pacientes por crisis asmática por año. No conocemos los costos directos de la atención de estos pacientes, ni los costos secundarios que gasta la familia por la atención del paciente. Se ha innovado en el tratamiento de las crisis asmáticas con el objetivo de disminuir los tiempos de estancia hospitalaria y las posibles complicaciones, sin embargo no existe ningún estudio donde se haya considerado los insumos considerados en la atención y el gasto que conlleva.

5. JUSTIFICACION

Debido a que no hay estudios de costos de atención de los pacientes con crisis asmática en el Instituto Nacional de Pediatría no se puede realizar una planeación adecuada para estimar los costos de tratamiento en un tiempo determinado. Se tiene el estudio de eficacia y seguridad de heliox, y el realizar el costeo de este estudio servirá de base para realizar el estudio general y de costo efectividad posteriormente.

6.OBJETIVO

Describir los costos que se generaron en la atención médica de los pacientes pediátricos con crisis asmática que ingresaron al estudio de "Eficacia y seguridad de la Mezcla de helio y oxígeno para el manejo de niños con crisis asmática moderada a grave".

7. MÉTODOS

Estudio observacional, retrospectivo, transversal, descriptivo.

7.1 Criterios de Inclusión.

Expedientes de sujetos que se ingresaron al estudio "Eficacia y seguridad de la administración de heliox en crisis asmática moderada y grave".

Sexo: cualquiera

Edad: de 5 años a 17 años con 11 meses.

7.2 Criterios de Exclusión.

Expedientes incompletos: sin hojas de enfermería, sin hojas de notas médicas y/o indicaciones.

7.3 Criterios de Eliminación.

No existen.

7.4 Descripción del Método.

1. Se identificaron a los expedientes de los sujetos que se incluyeron en el estudio "Eficacia y seguridad de la administración de heliox en crisis asmática moderada y grave" en el Instituto Nacional de Pediatría.

1. Se obtuvieron los precios unitarios de los recursos del departamento de Adquisiciones y finanzas del INP, además de los publicados como tabulador de costos al año 2014. Todos los costos monetarios se presentan al valor monetario del peso mexicano vigente al 2014. Para efectos de este estudio se toman en cuenta los costos del tratamiento para la crisis asmática en departamento de Urgencias (prehospitalización) Hospitalización (piso o Urgencias), Cuidados Intensivos pediátricos (Unidad de Terapia Intensiva o Cuidados Intensivos de Urgencias).

Flujograma.



CUADRO 2. Flujograma

7.5 Definiciones operacionales.

- Crisis asmática. Episodios agudos o subagudos caracterizados por un aumento progresivo de uno o más de los síntomas típicos (disnea, tos, sibilancias y opresión torácica) acompañados de una disminución del flujo espiratorio (PEF o FEV1).⁷ Neumonía. Infección aguda del parénquima pulmonar adquirida por exposición a un microorganismo en la comunidad, en un paciente inmunocompetente y que no ha sido hospitalizado en los últimos siete días y se caracteriza por signos respiratorios (tos, rinorrea, polipnea, dificultad respiratoria) de menos 15 días de evolución, acompañada de síntomas generales (ataque al estado general, fiebre e hiporexia).¹⁰

- Oxígeno suplementario: La oxigenoterapia se define como el aporte artificial de oxígeno (O₂) en el aire inspirado; su objetivo principal es la oxigenación tisular, que se consigue cuando la presión parcial de O₂ (pO₂) en la sangre arterial supera

los 60mmHg, lo que se corresponde, aproximadamente, con una saturación de hemoglobina del 90%.

- Dispositivos para administración de oxígeno: Son las interfaces que llevarán el O₂ al paciente, y éstas deberán escogerse de forma individualizada en función de las necesidades de cada paciente, tanto clínicas, de edad como de grado de tolerabilidad y cumplimiento. Las que comúnmente se utilizan en el manejo de una crisis asmática son:

1. **Máscara de oxígeno simple** Puede suministrar una FiO₂ de 0,35 a 0,50 (del 35 al 50%) de O₂ con flujos de 5 a 10l/min. Es necesario mantener un flujo mínimo de 5l/min con el fin de evitar la reinhalación de CO₂ secundario a la acumulación de aire espirado en la máscara. Se deben tomar precauciones cuando se utiliza una máscara simple, pues su empleo a largo plazo puede ocasionar irritación en la piel y úlceras de presión. Durante el período de alimentación, el paciente debe utilizar cánula de O₂ para evitar hipoxemia.
2. **Máscara de reinhalación parcial (máscara con reservorio)** Es una máscara simple con una bolsa o un reservorio en su extremo inferior; el flujo de O₂ debe ser siempre suficiente para mantener la bolsa inflada. A un flujo de 6 a 10 l/min puede aportar una FiO₂ de 0,4 a 0,7 (del 40 al 70%). Las máscaras sin reinhalación de O₂ son similares a las máscaras de reinhalación parcial, excepto por la presencia de una válvula unidireccional entre la bolsa y la máscara que evita que el aire espirado retorne a la bolsa. Las máscaras de sin reinhalación deben tener un flujo mínimo de 10 l/min y aportan una FiO₂ de 0,6 a 0,8 (del 60 al 80%).
3. **Puntas nasales:** Es la interfase más utilizada y mejor aceptada por el paciente. Son ligeras, permiten al paciente comer y hablar y tienen una vida media muy larga. Puede suministrar una FiO₂ de 0,24 a 0,40 (del 24 al 40%) de O₂ a un flujo de hasta 6l/min en adultos (de acuerdo con el patrón ventilatorio). Su eficacia disminuye en respiradores bucales o durante el sueño. En recién nacidos el flujo se debe limitar a máximo 2l/min.
4. **Casco cefálico:** Es una campana cerrada y compacta que se utiliza en lactantes. Proporciona un alto grado de humedad y funciona como un sistema

de alto flujo si se conecta a un sistema Venturi. Es indispensable utilizarla con un nebulizador. Tiene como desventajas la dificultad para alimentar al lactante y la dificultad para su aplicación en niños activos. Se recomienda eliminar la condensación acumulada en los tubos por lo menos cada 2 h y si se utiliza calentador, asegurar una temperatura de 34,5 a 35,6°C en el interior de la cámara con controles cada 4h.

- **Nebulización:** Los nebulizadores son dispositivos utilizados para administrar soluciones o suspensiones de fármacos en forma de una fina niebla, que facilita su inhalación bien a través de una mascarilla o bien a través de una boquilla. Tienen como objetivo el liberar una dosis determinada de un fármaco como partículas respirables, es decir, como cuerpos de tamaño apropiado para llegar hasta las zonas más distales del árbol respiratorio en un corto periodo de tiempo. Los nebulizadores suelen emplear flujos que oscilan entre 6 y 8 l/minuto. Además del tamaño de las partículas y de dicho flujo, la cantidad de fármaco que consigue depositarse en la zona respiratoria terminal depende de múltiples factores: tensión superficial y viscosidad de la solución (las soluciones más viscosas requieren más tiempo de nebulización y compresores potentes), flujo inspiratorio (por encima de 60 l/min aumenta la impactación y por debajo de 30 l/min la cantidad inhalada es mínima), patrón de inhalación del paciente (las inspiraciones lentas facilitan la llegada a zonas más distales), volumen inicial de la solución, sistema de nebulización y eventual existencia de una obstrucción en la vía aérea, que dificultaría la penetración del fármaco. Los pasos que deben seguirse para conseguir que la nebulización sea correcta son los siguientes:

1. Lavarse las manos.
2. Medir exactamente con una jeringuilla o con un cuentagotas la dosis de medicamento que se requiere cuando el fármaco necesita ser diluido, y colocarla en la cámara o reservorio del nebulizador, junto con la cantidad adecuada de solución salina.

3. Acoplar la mascarilla o la boquilla a la cámara y colocarla, a continuación, en la cara o en la boca, según corresponda, bien ajustada.
4. Encender el compresor.
5. Realizar inspiraciones lentas y profundas por la boca.
6. Contener la inspiración 1 ó 2 segundos antes de cada espiración.
7. Mantener la nebulización el tiempo prescrito.
8. Al finalizar, vaciar el condensado del tubo de conexión al exterior.
9. Cumplir las normas de higiene bucal tras la administración del fármaco que se han indicado.
10. Limpiar y desinfectar el equipo cada vez que se utilice.

- B 2 agonistas: broncodilatadores inhalados que se emplean habitualmente en el tratamiento del asma son los agentes beta2-adrenérgicos de acción corta (salbutamol, terbutalina), los agonistas beta2-adrenérgicos de acción prolongada (salmeterol, formoterol). Los agentes beta2-adrenérgicos inhalados de acción corta tienen una duración de acción que oscila entre 4 y 6 horas. Son los fármacos de elección en el tratamiento de la agudización asmática. También han demostrado su utilidad en el tratamiento del asma inducida por el esfuerzo. Su administración produce una relajación de la musculatura lisa de las vías aéreas, mejora el aclaramiento mucociliar, reduce la permeabilidad vascular y modulan la liberación de diversos mediadores de los mastocitos y los basófilos. Los agonistas beta2-adrenérgicos inhalados de acción prolongada inhiben la respuesta inmediata y tardía inducida por los alérgenos y ofrecen una protección eficaz durante 12 horas. Se utilizan en combinación con los medicamentos antiinflamatorios para controlar a largo plazo los síntomas asmáticos, especialmente los nocturnos. También son útiles en la prevención del broncoespasmo inducido por el ejercicio.

- Esteroides orales: Antiinflamatorios mejor establecidos en el tratamiento del proceso inflamatorio crónico del asma, no se utilizan de primera línea en las crisis asmáticas. Inhiben la infiltración inflamatoria celular de las vías respiratorias y reduce la formación de edema por acción sobre el endotelio vascular.

- Esteroides inhalados: Actúan sobre receptores específicos localizados predominantemente en el epitelio y endotelio de la vía aérea, sitios importantes en los que acaece su efecto antiinflamatorio. El potente efecto antiinflamatorio está relacionado con la compactación o descompactación de cromatina y la consecuente expresión de genes que producen sustancias antiinflamatorias y la supresión de genes proinflamatorios.
- Antibióticos: Sustancias elaboradas por microorganismos (hongos, bacterias, actinomicetos) que actuando sobre otros microorganismos son capaces de suprimir su crecimiento y multiplicación o provocar su lisis o destrucción.
- Sulfato de magnesio: El sulfato de magnesio es un antagonista fisiológico del calcio, que actúa inhibiendo la contracción del músculo liso bronquial mediada por éste. Además, interfiere con la estimulación parasimpática e impide la liberación de acetilcolina en la terminal axonal, con lo cual potencia el efecto broncodilatador.¹ También se le atribuye un rol en la reducción de la inflamación, al inhibir la degranulación mastocitaria y reducir la circulación de tromboxano, histamina y leucotrienos.
- Heliox: Es una combinación de helio y oxígeno, debido a su baja densidad con respecto al aire, tienen el potencial para disminuir la resistencia de las vías respiratorias y, por tanto, puede beneficiar a pacientes que sufren de asma aguda grave. La resistencia al flujo de gas turbulento es proporcional a la densidad del gas, mientras que con el flujo laminar, la viscosidad y la densidad es un factor. El heliox debería ser beneficioso si el flujo de turbulencia predomina en las vías respiratorias durante las exacerbaciones graves de asma, pero si el flujo es principalmente laminar, el heliox puede no ser eficaz.
- Hora de ingreso: hora en que recibe atención médica en la prehospitalización.
- Hora de egreso: hora en que deja de recibir atención médica en cualquier área del Instituto Nacional de Pediatría.
- Egreso del paciente: Cuando el paciente se encuentra con exploración física normal, score pulmonar de 0, y una mejoría en el FEV1 del 70% del basal, evaluando al paciente 60 minutos después del último tratamiento inhalado. (1,70)

- Control de Crisis: Cuando no hay datos de dificultad respiratoria, el índice de Score Pulmonar es menor de 2 puntos y el FEV 1 mayor a 70% del basal.

7.6 Tamaño de la Muestra.

Es un tamaño de muestra a conveniencia, serán incluidos 60 expedientes de sujetos del protocolo de "Eficacia y seguridad de Heliox en la crisis asmática moderada y grave"

7.7 Análisis Estadístico.

Se realizó análisis descriptivo utilizando media, mediana y desviación estándar para las variables numéricas continuas y de dispersión para las variables cualitativas.

Para los costos se hará una multiplicación entre el número de recursos (unitario) por el costo actualizado al 2014 de:

-Departamento de Adquisiciones, Administración, Instituto Nacional de Pediatría.

8. ASPECTOS ÉTICOS.

De acuerdo al reglamento de la ley general de Salud en Materia de Investigación para la Salud: artículo 17 es una investigación catalogada sin riesgo debido a que es un estudio de investigación documental retrospectivo sin alguna intervención o modificación intencionada a las variables.

No se va a hacer contacto de ninguna índole con los pacientes, y no se tomará ninguna información sensible del paciente, como nombre, dirección, teléfono, o datos que puedan identificarlo. Se mantendrá la información en un medio físico, bajo llave, y la responsabilidad de la confidencialidad recae en un servidor.

Este protocolo forma parte del estudio "Eficacia y seguridad de la Mezcla de helio y oxígeno para el manejo de niños con crisis asmática moderada a grave" aprobado por los comités de ética e investigación del Instituto Nacional de Pediatría con número 009/2006.

9. RESULTADOS

Se revisaron 60 expedientes del estudio "Eficacia y seguridad de la mezcla de helio-oxígeno (heliox) para el manejo de niños con crisis asmática moderada y grave"

Parámetros	Grupo Heliox (n=30)	Grupo control (n=30)
Edad en años(media±ds)	9.7±3	9.7±2.99
Género masculino (%)	63	73
Tiempo de control de crisis (horas±ds)	4.29±4.064	6.55±6.55

Los 60 pacientes fueron incluidos en el análisis. Se utilizó el instrumento de recolección de datos (Anexo 1) y se obtuvo el patrón de costos.

Insumo	Costo unitario en pesos mexicanos
Atención de Urgencias	589
Cuidados intensivos por hora	90
Ventilación asistida por día evento	1932
Estancia primera hora	180
Estancia por hora subsecuente	60
Oxígeno suplementario por hora	15
Nebulización inicial salbutamol (3)	
Con oxígeno	300
Con heliox	420
Nebulización subsecuente de salbutamol	
Con oxígeno	100
Con heliox	140

Medicamentos	
Esteroides vía oral	120
Intravenosa(venoclisis)	265
Antibiótico	105

Se realizó la multiplicación simple de costo unitario por el recurso utilizado en ambos grupos encontrando que en el grupo de heliox la media del costo fue 2495.75 pesos, y en el grupo de terapia convencional 2575 pesos, en el entendido de que se realizan en el grupo convencional 4.5 nebulizaciones subsecuentes y 6.55 horas con oxígeno y en el grupo de heliox se realizan 3 nebulizaciones subsecuentes con 4.29 horas con oxígeno continuo. En ambos grupos se consideraron los costos iguales de atención de urgencias, estancia la primera hora en urgencias, nebulizaciones iniciales con el respectivo costo según heliox o convencional, y medicamentos.

En los resultados del estudio "Eficacia y seguridad de la mezcla de helio-oxígeno (heliox) para el manejo de niños con crisis asmática moderada y grave" se encontró que el control de crisis asmática, se produjo en 4.29 horas con la administración de heliox versus 6.55 horas de la terapia convencional, lo que nos da una diferencia de 2.26 horas, y si se calcula el costo de las 2.26 horas por separado, comprendiendo una nebulización, 2.26 horas de oxígeno y 2.26 horas de estancia, el utilizar heliox podría haber generado un ahorro de 591 pesos.

10.DISCUSIÓN

Los estudios de costo y de farmacoeconomía nos permiten conocer cual es la eficiencia de las diferentes alternativas terapéuticas disponibles en el mercado para tratar las distintas enfermedades, y, por lo tanto, nos ayudan a determinar que opciones terapéuticas debería emplearse de forma rutinaria. Entre los estudios de farmacoeconomía tenemos como el más básico el estudio de costeo simple, el cual sirve de base para los estudios de costo efectividad, costo beneficio, costo utilidad y minimización de costos.

En México existen pocos estudios de farmacoeconomía, sin embargo es una rama de investigación en crecimiento. Se está observando la necesidad de tener estudios de costo simple y de costo efectividad montados en los estudios de clínicos de eficacia.

En cuanto a los estudios farmacoeconómicos en el asma en México y en el mundo se han descrito en varios escenarios, como son: el asma como enfermedad crónica, exacerbaciones de asma (crisis asmática) y costos de instituciones de salud en la atención de las exacerbaciones y complicaciones del asma. Se han hecho algunos estudios clínicos de la utilización de fármacos en asma donde hacen estudios montados de costo efectividad, pero en el tratamiento agudo de las exacerbaciones no existen estudios montados. La primera parte para realizar el estudio montado se refiere al estudio de costeo simple, el cual se realiza en esta tesis.

Se ha comentado previamente que la eficacia de la utilización de heliox en la crisis asmática grave, sin embargo no se había establecido una eficacia clínica de la utilización de heliox en la crisis asmática moderada. El estudio de eficacia que se costea en este estudio dio un número mayor de sujetos que permite un resultado significativo de eficacia de utilización de heliox en crisis asmática moderada y grave comparado con la terapia convencional, y la siguiente pregunta surgió: ¿y esta maniobra es costo efectiva? Para realizar un estudio de costo efectividad montado al estudio clínico de eficacia es necesario costear ambos tratamientos, tomando en cuenta además de la variable principal de desenlace, las posibles complicaciones, etc., sin embargo para hacer un estudio completo de costo efectividad es necesario hacer también un costeo de insumos en sujetos reales (sin controlar las maniobras) para poder tener una validez externa adecuada, e idealmente hacer un modelo hipotético que nos permita tener resultados más robustos. Este estudio permitirá en un futuro realizar el estudio de costo efectividad.

Los resultados que en esta tesis se presentan tienen una implicación económica poco importante si consideramos solo un ahorro menor a 600 pesos por evento

por paciente, sin embargo la implicación clínica es importante pues se reducen más de 2 horas de estancia en el área de urgencias, que permiten tener un movimiento de pacientes más eficaz en el área clínica, menor personal médico y paramédico ocupado en su atención, y la satisfacción del paciente de contar con una terapia más rápida. Las ventajas sugeridas por este estudio de la utilización de heliox en la crisis asmática moderada y grave, se traducen en reducción de tiempo de estancia hospitalaria y reducción de costos.

Es necesario conducir un estudio de costo efectividad completo para entonces hacer conclusiones más contundentes que impacten en el tratamiento que ahora llamamos convencional de la crisis asmática, integrando el uso de heliox.

11. REFERENCIAS

1. Tapia DA, Casas MG. Costos de atención y carga de enfermedad de pacientes asmáticos del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias. *RevInstNalEnfRespMex* 2009; 22(3):182-189.
2. Cavazos GM, Contreras CJ, Martínez LE, et al. Un estudio económico sobre asma en México. *RevAlergMex* 2000; 47(3):96-99.
3. Ceballos MZI, González ME, Jiménez GI, et al. Costo directo del tratamiento médico en el paciente asmático en el servicio de urgencias pediátricas en el hospital de segundo nivel de atención médica. *RevAlergMex* 2003; 5(2):43-47.
4. Ceballos MZI, Peralta BME, Sandoval JL, et al. Costo directo de la atención por crisis aguda de asma en el servicio de urgencias pediátricas. *RevAlergMex* 2004; 51(4):134-138.
5. Molina PJ, Lumbreras GG, Calvo CE, et al. Coste y manejo de las crisis asmáticas atendidas en atención primaria (estudio COAX). Madrid, España. 2004.
6. GINA 2006. Global Initiative for Asthma Global Strategy for Asthma Management and Prevention NHLBI/WHO Workshop Report. 2006. URL: <http://www.ginasthma.org>.
7. GEMA 2009. Guía Española para el Manejo del Asma. URL: <http://www.gemasma.com>.
8. Consenso Mexicano de Asma. *Neumología y Cirugía de Tórax*. Vol. 64 (S1):S7-S 44, 2005.
9. EPR 2007. The Expert Panel Report 3 Full Report 2007: Guidelines for the Diagnosis and Management of Asthma. URL: <http://www.nhlbi.nih.gov>.
10. Guía de Referencia Rápida. Diagnóstico y Tratamiento de la Neumonía Adquirida en la Comunidad en niños. Consejo de Salubridad General. URL: http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/gpc/CatalogoMaestro/120_GPC_NEUMONIA/Neumonía_ninos_rr_cenetec.pdf.

ANEXO 1.

INSTITUTO NACIONAL DE PEDIATRIA

Protocolo "": Recursos y costos que se generaron en el protocolo "Eficacia y seguridad de la Mezcla de helio y oxígeno para el manejo de niños con crisis asmática moderada a grave"

Instrumento de Recolección de Datos

1. DATOS GENERALES DE RECOLECCIÓN

1.1 FECHA DE RECOLECCIÓN DIA MES AÑO	1.2 NOMBRE Y FIRMA DEL RECOLECTOR _____
---	--

2. DATOS GENERALES DE PACIENTE

2.1	ID PACIENTE / ALEATORIZACION	/ A B
2.2	NUMERO DE EXPEDIENTE INP	
2.3	FECHA DE NACIMIENTO	 DIA MES AÑO
2.4	EDAD ACTUAL	 AÑOS
2.5	SEXO	<input type="checkbox"/> FEMENINO <input type="checkbox"/> MASCULINO
2.6	FECHA DE INGRESO A URGENCIAS	 DIA MES AÑO
2.7	HORA DE INGRESO A URGENCIAS	: HR MIN
2.8	FECHA DE EGRESO HOSPITALARIO	 DIA MES AÑO
2.9	HORA DE EGRESO HOSPITALARIO	: HR MIN
2.10	FECHA DE CONTROL DE CRISIS	 DIA MES AÑO
2.11	HORA DE CONTROL DE CRISIS	: HR MIN

	<input type="checkbox"/> CALCULADAS VELOCIDAD INFUSION _____ ML X MIN COMPOSICIÓN <input type="checkbox"/> SOL. GLUCOSADA 5% <input type="checkbox"/> RUBIN CALCAGNO <input type="checkbox"/> NACL 17.7% <input type="checkbox"/> KCL DIA INICIO HORA INICIO : DIA MES AÑO HR MIN DIA TERMINO HORA TERMINO : DIA MES AÑO HR MIN
4.11 LABORATORIOS	<input type="checkbox"/> BIOMETRIA HEMATICA <input type="checkbox"/> GASOMETRIA <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____
4.12 GABINETE	<input type="checkbox"/> RADIOGRAFIA DE TORAX AP <input type="checkbox"/> RADIOGRAFIA LATERAL DE TORAX <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/> _____
4.13 INTERCONSULTAS	<input type="checkbox"/> _____ FECHA DIA MES AÑO <input type="checkbox"/> _____ FECHA DIA MES AÑO
4.14 TRATAMIENTO ANTIBIOTICO	<input type="checkbox"/> _____ DOSIS _____ <input type="checkbox"/> _____ DOSIS _____
4.15 COMPLICACIONES Y OBSERVACIONES ²⁶	