

RESEARCH ARTICLE

SEVOFLORANE CONSUMPTION WITH LOW FRESH GAS FLOWS VS HIGH FRESH GAS FLOWS

Dr. Alejandro Barrio Garza, Carrillo Molina, N.E., Sánchez Vázquez, U., Hernández Rosas, C., Acosta Ramírez, M., Hernández Castro, S., Ortega Ponce, F.E., Alatorre Pérez, A., Querejeta Villagómez, E., Rodríguez Mendoza G.E.

Mexico

ARTICLE INFO

Article History

Received 20th June, 2024
Received in revised form
16th July, 2024
Accepted 27th August, 2024
Published online 30th September, 2024

Keywords:

Strategic benchmarking, Automobile industry, Operational efficiency, Performance metrics, Emerging markets, Competitiveness, Research and Development.

*Corresponding author:
Nigora Abdurashidova

ABSTRACT

Introducción: Se ha demostrado que la anestesia de bajo flujo es una técnica segura y confiable que ofrece una reducción considerable en la utilización de agentes volátiles. Además del ahorro de costos, la anestesia de bajo flujo ofrece varias ventajas sobre la administración de anestesia "tradicional". Se deben aprovechar todas las oportunidades para limitar el desperdicio de medicamentos anestésicos mientras se brinda una atención segura y eficiente a través de anestesia de bajo flujo. **Objetivo:** Comparar el costo y calidad de la anestesia inhalatoria con flujos bajos de gas fresco comparado con el uso de flujos altos en pacientes operados por colecistectomía laparoscópica en el Hospital General Dr Francisco Galindo Chávez. **Materiales y métodos:** Es un estudio retrospectivo, analítico, comparativo, observacional realizado en las salas de quirófano en el Hospital General Francisco Galindo Chávez, en donde se recolectaron por parte del área de archivo y expediente clínico físico y digital los registros anestésicos y notas anestésicas del período del 1° de mayo del 2020 al 1° de agosto del 2023 en donde se incluyeron pacientes hombres y mujeres entre los 20 y 60 años con criterios de ASA I, II y III que fueron sometidos a anestesia general balanceada con flujos bajos o altos de sevoflurano para colecistectomía laparoscópica electiva, se recolectaron expedientes de 10 pacientes por cada tipo de flujo, en donde se midió y pesó el vaporizador de sevoflurano antes y después de la cirugía con una báscula. De la misma forma se debía contar con la concentración alveolar mínima del monitor durante toda la cirugía, el tiempo de inducción y la duración de la cirugía en el registro anestésico de los pacientes. Las comparaciones de variables categóricas se realizaron con la Prueba de χ^2 de Pearson o Test Exacto de Fisher. Las comparaciones numéricas se realizaron con Prueba T de Student para muestras independientes o Prueba de Mann-Whitney.

Copyright©2024, Nigora Abdurashidova. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: Nigora Abdurashidova. 2024. "Sevoflurane consumption with low fresh gas flows vs high freshgas flows.", International Journal of Recent Advances in Multidisciplinary Research, 11, (09), 10228-10234.

INTRODUCTION

La anestesia se define como una depresión farmaco inducida y reversible del sistema nervioso central que resulta en la pérdida de la respuesta y percepción de todo estímulo externo¹. El objetivo de llevar a cabo una anestesia es presentar las condiciones adecuadas para poder efectuar una intervención quirúrgica, y el paciente pueda soportar el estímulo doloroso de la intervención y de cierta manera que olvide esta experiencia traumática.

Para esto se deben incluir fármacos intravenosos y/o inhalatorios que incluyan analgesia, hipnosis y relajación. Para llevar a cabo una anestesia inhalatoria se debe requerir una máquina de anestesia. La máquina de anestesia es un conjunto de elementos para administrar oxígeno y agentes anestésicos inhalatorios en forma cuantificada y cualificada por el anestesiólogo. Consta de 1) fuente de gases, 2) vaporizadores de anestesia, 3) sistema respiratorio, 4) sistema de expulsión de gases sobrantes, 5) monitores del sistema, 6) monitores del paciente². En la anestesia inhalatoria, el paciente debe recibir una mezcla de gas y vapor anestésico con dos

objetivos: 1. Garantizar el aporte adecuado de oxígeno para satisfacer la demanda, aporte de oxígeno tisular y metabólico y 2. Conseguir la concentración y la presión adecuadas del vapor anestésicos (CAM quirúrgicos) tanto en los alvéolos como en el sistema nervioso central (SNC) de modo que el paciente no presente dolor, permanezca hemodinámicamente estable y presente un adecuado plano anestésico³. Para llevar a la práctica la anestesia inhalatoria se requiere un circuito cerrado, flujómetros que envían flujos de gases frescos (FGF) que salen de la máquina de anestesia y que se mide en mililitros/ minuto (ml/min), en litros/ minuto (l/min) o en decilitros/minuto (dl/min). según la cantidad (volumen/min) de gas. En los flujos mínimos, es necesario trabajar con sistemas circulares cerrados, sin fugas de gases ni vapores anestésicos, lo que implica que estos serán reinhalados, pero, en cambio, no se puede ni se debe permitir la reinhalación del Co₂ producido y espirado por el paciente por ende, debe ser totalmente retenido por la cal sodada contenida en el canister. Además se deben tomar en cuenta los principios y las leyes físicas que rigen el comportamiento de los gases y los vapores anestésicos⁴.

El mantenimiento de la anestesia es la etapa siguiente a la inducción anestésica. El paciente se encuentra en plano anestésico con un MAC de 0.8 o mayor, el cual, permite el desarrollo de la intervención quirúrgica en su totalidad. Generalmente se usan en conjunto la vía inhalatoria (vaporizadores) y la vía intravenosa. Ante una anestesia general balanceada el fármaco inhalado (sevoflurano o desflurano) es el que mantiene al paciente en plano anestésico. En la fase de mantenimiento es el mejor momento para reducir los flujos de gas frescos (O₂ y/o aire) debido a que comúnmente es la fase más larga del procedimiento y además reduce los factores económicos y ambientales por uso de agentes halogenados. El uso de anestésicos volátiles puede ser reducido hasta en un 80 a 90% si se generaliza el uso de circuitos cerrados y se usan rutinariamente los flujos bajos. En la anestesia se define como flujo bajo, el flujo de gas fresco a 1.0 l/min. Este método fue descrito por primera vez por Foldes et al. En 1952^{5,6} y el flujo mínimo, descrita por primera vez por Virtue en 1974, el flujo de gas fresco se reduce a 0.5 l/min⁷. Debido a que se utilizan flujos de gas fresco bajos, se incrementa la cantidad de reinhalación, lo que aumenta a su vez la cantidad de absorbentes de dióxido de carbono, el cual también tiene un impacto ambiental; sin embargo, es improbable que supere el impacto de los anestésicos inhalados. En los aspectos económicos se ha demostrado que al utilizar flujos bajos se puede aumentar el número de horas de anestesia por botella de sevoflurano hasta en un 73.7% (17.4 horas por botella).

ANTECEDENTES

La evolución de la anestesia en las últimas tres décadas ha llevado a una integración significativa de las máquinas de anestesia en los quirófanos, con una mayor precisión en el control de los gases administrados y una mejora en la tecnología de los equipos⁵. Las máquinas actuales de anestesia y los nuevos agentes volátiles como el sevoflurano y el desflurano han facilitado el uso de técnicas de anestesia de bajo flujo, que son más eficientes y económicas^{6,7}. En el análisis de costos solo para el período intraoperatorio, el costo de la operación anestésica aporta alrededor del 20%. Al recaudar el costo de los agentes inhalatorios, cerca del 5% del

presupuesto total de anestésicos en su servicio lo registran los agentes volátiles, y esto contribuye en un 20% al costo de todas las tarifas de medicación anestésica en el servicio de anestesia^{8,9}. La anestesia de bajo flujo se ha buscado desde el comienzo de la historia de la anestesia. Durante muchas décadas, esta forma de anestesia ha sido adoptada por partidarios interesados en la cinética de gases⁹. En el pasado, se utilizaban flujos de gas fresco de 3-5 L/min de forma rutinaria. Sin embargo, la necesidad de controlar costos han impulsado una reevaluación de estas prácticas. La anestesia de bajo flujo, usa menos gas fresco, puede reducir significativamente los costos de los anestésicos volátiles y también tiene beneficios ambientales al disminuir el desperdicio de gases.¹⁰

Más del 80% de los gases anestésicos se desperdician cuando se utilizan flujos de 5 L/min. Aunque los costos de los agentes anestésicos son solo una pequeña parte del gasto total de un procedimiento quirúrgico, las técnicas de bajo flujo pueden ahorrar hasta un 50% en el consumo de estos agentes. Los estudios han demostrado que reducir el flujo de gas fresco puede disminuir considerablemente el costo de los anestésicos volátiles y mejorar la eficiencia del uso de estos recursos.¹¹ El costo de los agentes inhalados está relacionado con la cantidad utilizada, depende del precio de compra en el mercado, de su potencia relativa, de la cantidad de vaporizador liberado por mL y finalmente (pero no menos importante) la cantidad de flujo de gases frescos dispersos en el vaporizador que es el factor más importante que determina el costo de la anestesia¹².

Como método de análisis de costos se descubrieron siete fórmulas: fórmula de Dion, fórmula de Loke, una ecuación de porcentaje de volumen, un modelo de cuatro compartimentos, medición de peso, medición de volumen y comparación de la concentración alveolar mínima (CAM)^{11,13}. Para fines de este estudio, hablaremos de estas últimas tres, que nos competen:

Boldt Jaun, Kumle, Heck, Mund en 1998, realizaron un ensayo controlado aleatorio comparando técnicas anestésicas estándar y nuevas con costo económico. El consumo de anestésicos volátiles se midió pesando los vaporizadores después de cada caso utilizando una báscula de precisión. Cada agente se midió con precisión de 0,1 g y posteriormente se convirtió a mL (sevoflurano 1.52 g/mL, desflurano 1.465 g/mL). Según los autores, el uso de máquinas de pesaje precisas permite la medición precisa de las cantidades de líquido consumido (*P. 504-9*)¹⁴. La reducción de flujo de gas fresco, independientemente del agente anestésico volátil administrado, da como resultado un ahorro considerable en el costo de dicho halogenado¹⁵. Cobos, Haider, Barrera y Tinker en 2007, utilizaron una computadora para registrar el flujo de gas fresco y concentraciones inhaladas de anestésicos. Los autores propusieron que reducir el flujo de gas fresco a la mitad teóricamente puede reducir a la mitad el costo de todos los agentes anestésicos volátiles (*P. 1-2*)¹⁶. Este método estima los costos de cada agente halogenado basándose únicamente en los valores de CAM. La medición de CAM al cálculo del costo unitario ignora otras variables involucradas en los cálculos de costos reales, incluida la física de la vaporización, las técnicas de administración de anestésicos y las tasas de flujo de gas fresco. El consumo total de los agentes anestésicos volátiles determina los costos no en una comparación supuesta de potencia a potencia¹⁵.

La concentración alveolar mínima es análoga a los valores computarizados de la Dosis Efectiva Media (ED50) según la curva respectiva de la dosis farmacológica. De esta forma se puede comparar la potencia de diferentes agentes de inhalación¹⁶. Aunque se ha criticado el uso de CAM para comparar la potencia de varios anestésicos, hoy en día es ampliamente utilizado¹⁷. En los sistemas de administración de anestesia, los gases residuales que ya no se necesitan en el sistema se ventilan al exterior después de la extracción a través del sistema de evacuación¹⁸. El flujo total de gas fresco utilizado para administrar gases anestésicos es proporcional al volumen de gas que ingresa al sistema de evacuación^{19,20}. Ekbohm, Assareh, Anderson y Jacobsson en 2007, reportaron que la cantidad de sevoflurano consumido, vaporizado y liberado a la atmósfera a 1 CAM disminuyó de 0.66 a 0.48 g/min, una reducción del 27% al reducir a la mitad el flujo de gas fresco. En consecuencia, se deben fomentar las técnicas de bajo flujo de gas para limitar la carga de gases de efecto invernadero que se derivan de la administración de anestesia²¹.

Además de los beneficios económicos, la anestesia de bajo flujo mejora la regulación de la temperatura y la humidificación durante la cirugía, lo que contribuye a un mejor control del entorno anestésico²². Por lo tanto, la adopción de técnicas de bajo flujo es recomendada no solo por razones de costo, sino también por sus ventajas clínicas y ambientales^{23,24}.

PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad, la atención médica ha avanzado significativamente en tecnología e infraestructura para mejorar la eficacia, seguridad y calidad del cuidado al paciente. A la par, los profesionales de salud deben estar conscientes de los problemas económicos y presupuestarios de las instituciones.^{18,24,25}

La anestesia de bajo flujo se ha establecido como una técnica segura y confiable, con la ventaja adicional de reducir el uso de agentes volátiles y los costos asociados. Además de ser más económica, esta técnica disminuye la contaminación ambiental y del lugar de trabajo, y mejora el control de la temperatura y la humedad. Es esencial explorar las ventajas económicas y clínicas de la anestesia de bajo flujo para maximizar su uso en la administración de anestesia inhalada en los centros de salud.^{19,27}

JUSTIFICACIÓN

En 2013, un estudio publicado en Cirugía Mayor Ambulatoria reveló que solo el 21% de los anestesiólogos conoce el costo de los equipos y fármacos que utilizan. Se demostró que la educación financiera y en gestión de salud puede reducir los gastos en medicamentos hasta en un 23% sin afectar la calidad de la atención. Los costos de anestesia representan el 6% del total de la hospitalización, y los agentes halogenados suelen ser más económicos que los anestésicos intravenosos. Es crucial que los anestesiólogos comprendan tanto la farmacocinética y farmacodinámica de los agentes anestésicos como sus costos y el flujo de gas fresco utilizado. La anestesia de bajo flujo ofrece importantes ahorros, reduciendo hasta un 75% los costos de los agentes inhalados, dependiendo de la duración de la anestesia y el flujo de gas.

La introducción de agentes como el desflurano y el sevoflurano ha facilitado el uso de la anestesia de bajo flujo, que permite mantener costos bajos sin comprometer la seguridad y comodidad del paciente. Con el respaldo de estudios y avances tecnológicos, la anestesia de bajo flujo debería considerarse una opción preferida para los anestesiólogos debido a sus beneficios económicos²⁸.

OBJETIVO GENERAL

Comparar el consumo de Sevoflurano con flujos bajos de gas fresco comparado con el uso de flujos altos en pacientes operados por colecistectomía en el Hospital General Dr Francisco Galindo Chávez.

OBJETIVO ESPECÍFICO

- Comparar el CAM de sevoflurano con flujos bajos y flujos altos.
- Comparar el consumo horario del agente anestésico inhalatorio utilizando flujos altos y bajos.
- Comparar el costo de hora anestésica con sevoflurano aplicado a flujos bajos y flujos altos en las cirugías de colecistectomía.

HIPOTESIS

Hipotesis Alterna: El consumo de anestésicos volátiles es inferior con flujos de gas fresco bajos comparado con el uso de flujos de gas fresco altos, sin alterar la calidad de la anestesia.

Hipotesis nula: El consumo de agentes anestésicos volátiles es igual con el uso de flujos de gas fresco bajos comparados con el uso de flujos de gas fresco altos.

METODOLOGÍA

La población de estudio esta integrada por pacientes con las patologías de vías biliares más frecuentes (colecistitis aguda, colecistitis crónica, coledocolitiasis) que fueron sometidos a una intervención quirúrgica por colecistectomía laparoscópica y recibieron anestesia general balanceada con flujos bajos o altos de sevoflurano, de acuerdo con su médico anestesiólogo de base, en el Hospital General Dr. Francisco Galindo Chávez, ISSSTE de Torreón, Coahuila.

CRITERIOS DE SELECCIÓN

Criterios de Inclusión

- Pacientes con diagnóstico de colecistitis aguda, del servicio de cirugía general, con historia clínica y exámenes prequirúrgicos completos.
- Indicación de colecistectomía laparoscópica electiva
- Pacientes de ambos sexos con clasificación ASA I a III
- Indicación de anestesia general balanceada con flujos bajos o altos de sevoflurano por su médico anestesiólogo de base
- Con un tiempo de cirugía < 3 horas.
- Consentimiento informado firmado

Criterios de Exclusión

- Pacientes ambulatorios
- Pacientes ASA IV o V
- Pacientes con muerte cerebral
- Pacientes con patología renal

Criterios de Eliminación

- Pacientes que no recibieron el flujo de gas frescorrespondiente según indicada la cirugía.
- Conversión a cirugía abierta
- Traslado de los pacientes
- Modificación en el plan quirúrgico inicial.

Definición de Variables

Nombre variable	Definición	Tipo de variable	Unidad de medida
Edad	Edad del paciente al momento de la cirugía.	Cuantitativa continua	Años
Sexo	Sexo del paciente al nacer.	Cualitativa categórica nominal	Masculino, femenino
ASA	Estado físico por clasificación ASA por la valoración preanestésica.	Cualitativa categórica nominal	I, II, III
Tiempo quirúrgico	Duración total de la cirugía en minutos.	Cuantitativa continua	min.
Tiempo a la inducción	Tiempo desde la administración de la anestesia hasta la sedación del paciente en minutos.	Cuantitativa continua	min.
Tipo de flujo anestésico recibido	Tipo de flujos de gases que recibió al paciente.	Cualitativa categórica nominal	Flujos bajos Flujos altos
Consumo total de sevoflurano	Total de consumo de sevoflurano obtenido por la diferencia entre peso inicial y peso final del sevoflurano.	Cuantitativa continua	mL
Concentración alveolar mínima	Concentración alveolar mínima del paciente alcanzada durante la cirugía.	Cuantitativa continua	mL/min

TECNICAS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Técnica: Se recolectarán en el área de archivo y expedientes clínicos las cirugías con flujos bajos y altos de gas fresco que cumplieron los criterios de selección.

Fuente: Entrevista y exploración física, hoja de recolección de datos.

Instrumento: Hoja diseñada para la recolección de datos, Registro Anestésico y nota anestésica.

RESULTADOS

En el presente estudio se incluyeron 60 adultos sometidos a colecistectomía, siendo el 65.0% de sexo femenino (n=39), y 35% de sexo masculino (n=21).

Tabla 1. Características antropométricas de los pacientes sometidos a colecistectomía

	X±DE	Rangos
Edad (años)	44.92±10.37	26 - 63
Peso (kg)	76.67±10.64	50 - 110
Talla (cm)	167.38±8.08	148 - 182
IMC (%)	27.43±3.09	21.72 - 34.72

Fuente: Formato de Recolección de Datos

La Tabla 1 presenta las características antropométricas principales de los sujetos incluidos. En cuanto a la distribución de la Clasificación ASA de los pacientes, el 50% estuvo en Clase ASA I, el 45% en clase ASA II y el 5% en ASA III. El 36.7% de los pacientes presentó alguna enfermedad concomitante (n=24), siendo las más frecuentes la Hipertensión Arterial Sistémica (n=14), obesidad (n=7), diabetes mellitus (n=7), hipotiroidismo (n=3) y enfermedad Renal Crónica (n=1). En todos los casos, el diagnóstico postoperatorio fue: Postoperados de colecistectomía, por lo que en todos los pacientes se debió recurrir a tratamiento quirúrgico. En ninguno de los pacientes se presentó complicación durante o posterior a la cirugía.

El tiempo quirúrgico promedio fue de 86±21, rango de 40 a 180 minutos, mientras que el tiempo promedio de inducción fue de 4±1, con rango de 1 a 12 minutos. Se encontró que el consumo promedio de sevoflurano fue de 28.5±13.0 mL, con un rango de 12.0 a 75.0 mL. Mientras que el sevoflurano promedio consumido por minuto fue de 0.33±0.12 mL/min, con un rango de 0.17 a 0.61 mL/min. La Tabla 2 presenta la distribución de gases que se emplearon durante la cirugía de los pacientes incluidos en el presente estudio, siendo el más utilizado el de 1 L (constituido por 0.5 L de oxígeno y 0.5 L de aire).

Tabla 2. Flujos totales en pacientes sometidos a colecistectomía

	n (%)
0.5 L	2 (3.3)
0.7 L	11 (18.3)
1 L (0.5 O ₂ + 0.5 Aire)	17 (28.3)
2 L (1 O ₂ + 1 Aire)	9 (15.0)
3 L	12 (20.0)
4 L (3 O ₂ + 1 Aire)	9 (15.0)
Total	60 (100.0)

FUENTE: Formato de Recolección de Datos

La Concentración Alveolar Mínima promedio de los pacientes fue de 1.12±0.12% con rangos de 1.0 a 1.7%, siendo 1.1 la más frecuentemente reportada en 17 pacientes, lo que corresponde a un 38.3% del total de sujetos. En la Tabla 3 se presentan la Concentración Alveolar Mínima, distribuida de acuerdo con el tipo de flujo utilizado en cada paciente. Se obtuvo un resultado de $X^2=12.706$, con un valor de $p=0.013$. La Tabla 4 muestra los tiempos quirúrgicos que se manejaron en todos los pacientes sometidos a colecistectomía, dependiendo del tipo de flujo al cual fueron expuestos.

Tabla 3. CAM según flujo utilizado en pacientes sometidos a colecistectomía

Concentración Alveolar Mínima	Tipo de Flujo		Total n (%)
	Bajo n (%)	Alto n (%)	
1.0	14 (23.3)	3 (5.0)	17 (28.3)
1.1	7 (11.7)	16 (26.7)	23 (38.3)
1.2	8 (13.3)	7 (11.7)	15 (25.0)
1.3	1 (1.7)	3 (5.0)	4 (6.7)
1.7	0 (0.0)	1 (1.7)	1 (1.7)
Total	30 (50.0)	30 (50.0)	60 (100.0)

FUENTE: Formato de Recolección de Datos

No se encontró diferencia estadística para ambos flujos ($X^2=46.333$, con un valor de $p=0.262$).

Tabla 4. Tiempos quirúrgicos según tipo de flujo en pacientes sometidos a colecistectomía

Tiempo Quirúrgico (minutos)	Tipo de Flujo		Total n (%)
	Bajo n (%)	Alto n (%)	
40	0 (0.0)	1 (1.7)	1 (1.7)
52	1 (1.7)	0 (0.0)	1 (1.7)
58	1 (1.7)	0 (0.0)	1 (1.7)
60	1 (1.7)	0 (0.0)	1 (1.7)
61	0 (0.0)	1 (1.7)	1 (1.7)
64	1 (1.7)	0 (0.0)	1 (1.7)
65	1 (1.7)	0 (0.0)	1 (1.7)
67	1 (1.7)	1 (1.7)	2 (3.3)
68	0 (0.0)	1 (1.7)	1 (1.7)
69	0 (0.0)	1 (1.7)	1 (1.7)
70	0 (0.0)	2 (3.3)	2 (3.3)
71	0 (0.0)	1 (1.7)	1 (1.7)
72	0 (0.0)	2 (3.3)	2 (3.3)
73	1 (1.7)	0 (0.0)	1 (1.7)
74	0 (0.0)	1 (1.7)	1 (1.7)
75	1 (1.7)	1 (1.7)	2 (3.3)
76	1 (1.7)	0 (0.0)	1 (1.7)
77	1 (1.7)	0 (0.0)	1 (1.7)
78	1 (1.7)	0 (0.0)	1 (1.7)
79	0 (0.0)	1 (1.7)	1 (1.7)
80	0 (0.0)	3 (5.0)	3 (5.0)
81	0 (0.0)	1 (1.7)	1 (1.7)
82	1 (1.7)	0 (0.0)	1 (1.7)
83	0 (0.0)	1 (1.7)	1 (1.7)
84	2 (3.3)	0 (0.0)	2 (3.3)
85	1 (1.7)	0 (0.0)	1 (1.7)
87	1 (1.7)	1 (1.7)	2 (3.3)
90	3 (5.0)	1 (1.7)	4 (6.7)
91	0 (0.0)	1 (1.7)	1 (1.7)
92	3 (5.0)	0 (0.0)	3 (5.0)
93	1 (1.7)	0 (0.0)	1 (1.7)
94	2 (3.3)	0 (0.0)	2 (3.3)
96	1 (1.7)	0 (0.0)	1 (1.7)
99	0 (0.0)	1 (1.7)	1 (1.7)
101	2 (3.3)	1 (1.7)	3 (5.0)
110	1 (1.7)	0 (0.0)	1 (1.7)
111	0 (0.0)	1 (1.7)	1 (1.7)
114	0 (0.0)	1 (1.7)	1 (1.7)
115	0 (0.0)	2 (3.3)	2 (3.3)
117	1 (1.7)	1 (1.7)	2 (3.3)
120	0 (0.0)	1 (1.7)	1 (1.7)
180	0 (0.0)	1 (1.7)	1 (1.7)
Total	30 (50.0)	30 (50.0)	60 (100.0)

FUENTE: Formato de Recolección de Datos

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De los 60 casos estudiados, 39 correspondieron a ser mujeres y 21 a ser hombres. El rango de edad fluctuó entre los 26 y 63 años de edad.

Consumo Total Sevoflurano respecto al Tipo de Flujos manejados en pacientes sometidos a colecistectomía

Consumo Total Sevoflurano (mL)	Tipo de Flujo		Total	Valor de p en Prueba U de Mann-Whitney p=0.000
	Bajos	Altos		
11.96	1 (1.7)	0 (0.0)	1 (1.7)	
15.00	3 (5.0)	0 (0.0)	3 (5.0)	
15.08	1 (1.7)	0 (0.0)	1 (1.7)	
15.41	1 (1.7)	0 (0.0)	1 (1.7)	
16.64	1 (1.7)	0 (0.0)	1 (1.7)	
16.72	1 (1.7)	0 (0.0)	1 (1.7)	
17.00	1 (1.7)	0 (0.0)	1 (1.7)	
17.90	2 (3.3)	0 (0.0)	2 (3.3)	
18.00	0 (0.0)	1 (1.7)	1 (1.7)	
18.24	1 (1.7)	0 (0.0)	1 (1.7)	
18.86	1 (1.7)	0 (0.0)	1 (1.7)	
19.32	1 (1.7)	0 (0.0)	1 (1.7)	
19.55	1 (1.7)	0 (0.0)	1 (1.7)	
19.80	1 (1.7)	0 (0.0)	1 (1.7)	
20.01	1 (1.7)	0 (0.0)	1 (1.7)	
20.02	1 (1.7)	0 (0.0)	1 (1.7)	
20.68	1 (1.7)	0 (0.0)	1 (1.7)	
20.70	0 (0.0)	1 (1.7)	1 (1.7)	
21.16	1 (1.7)	0 (0.0)	1 (1.7)	
21.30	0 (0.0)	1 (1.7)	1 (1.7)	
21.62	1 (1.7)	0 (0.0)	1 (1.7)	
21.84	1 (1.7)	0 (0.0)	1 (1.7)	
22.08	1 (1.7)	0 (0.0)	1 (1.7)	
23.00	1 (1.7)	0 (0.0)	1 (1.7)	
23.70	0 (0.0)	1 (1.7)	1 (1.7)	
23.92	1 (1.7)	0 (0.0)	1 (1.7)	
24.24	1 (1.7)	0 (0.0)	1 (1.7)	
24.47	0 (0.0)	1 (1.7)	1 (1.7)	
24.50	1 (1.7)	1 (1.7)	2 (3.3)	
25.00	1 (1.7)	0 (0.0)	1 (1.7)	
26.26	1 (1.7)	0 (0.0)	1 (1.7)	
26.91	1 (1.7)	0 (0.0)	1 (1.7)	
28.00	0 (0.0)	1 (1.7)	1 (1.7)	
29.40	0 (0.0)	1 (1.7)	1 (1.7)	
30.00	0 (0.0)	1 (1.7)	1 (1.7)	
33.00	0 (0.0)	1 (1.7)	1 (1.7)	
33.30	0 (0.0)	1 (1.7)	1 (1.7)	
35.00	0 (0.0)	4 (6.7)	4 (6.7)	
35.36	0 (0.0)	1 (1.7)	1 (1.7)	
35.65	0 (0.0)	1 (1.7)	1 (1.7)	
36.00	0 (0.0)	1 (1.7)	1 (1.7)	
38.24	0 (0.0)	1 (1.7)	1 (1.7)	
39.13	0 (0.0)	1 (1.7)	1 (1.7)	
39.60	0 (0.0)	1 (1.7)	1 (1.7)	
40.89	0 (0.0)	1 (1.7)	1 (1.7)	
41.58	0 (0.0)	1 (1.7)	1 (1.7)	
43.00	0 (0.0)	1 (1.7)	1 (1.7)	
48.60	0 (0.0)	1 (1.7)	1 (1.7)	
49.50	0 (0.0)	1 (1.7)	1 (1.7)	
50.16	0 (0.0)	1 (1.7)	1 (1.7)	
50.50	0 (0.0)	1 (1.7)	1 (1.7)	
70.00	0 (0.0)	1 (1.7)	1 (1.7)	
75.00	0 (0.0)	1 (1.7)	1 (1.7)	
TOTAL	30	60	(50.0) (100.0)	

FUENTE: Formato de Recolección de Dato

El cuadro II muestra los datos demográficos por grupo. La duración de la anestesia fluctuó entre los 40 y 180 minutos. En cuanto al comportamiento hemodinámico, el análisis intergrupar de los signos vitales únicamente mostró diferencia estadísticamente significativa en la tensión arterial en el periodo de inducción de la anestesia con rangos de 100/ 55 mmHg a 160/100 mmHg, cabe recalcar que fueron pacientes clasificados como ASA III, con diagnóstico previo de hipertensión arterial sistémica y mal control de sus cifras tensionales. El consumo promedio de sevoflurano fue de 28.5±13.0 mL, con un rango de 12.0 a 75.0 mL. Mientras que el sevoflurano promedio consumido por minuto fue de

Tabla 5. Consumo de Sevoflurano por minuto respecto al Tipo de Flujos manejados en pacientes sometidos a colecistectomía

Consumo Sevoflurano por minuto (mL/min)	Flujos Bajos	Consumo Sevoflurano por minuto (mL/min)	Flujos Altos	Valor de p en Prueba U de Mann-Whitney
0.17	1	0.28	1	p=0.000
0.2	2	0.3	3	
0.22	3	0.31	1	
0.23	11	0.32	1	
0.24	3	0.34	1	
0.25	2	0.35	2	
0.26	8	0.37	1	
TOTAL	30 (50.0)	0.42	4	
		0.43	1	
		0.44	2	
		0.47	3	
		0.49	1	
		0.5	2	
		0.51	1	
		0.52	1	
		0.55	1	
		0.6	2	
		0.61	1	
		TOTAL	30 (50.0)	

FUENTE: Formato de Recolección de Datos

0.33±0.12 mL/min, con un rango de 0.17 a 0.61 mL/min. Se encontró que en el grupo de pacientes que fueron sometidos a flujo de gas fresco bajos un consumo de 0.16 a 0.26 mL/min de sevoflurano, mientras que en el otro grupo de pacientes que fueron sometidos a flujo de gas fresco alto, un consumo de 0.28 a 0.61 mL/min de sevoflurano. De la misma forma, el grupo de pacientes sometidos a bajos flujos de gas fresco obtuvieron un consumo total de sevoflurano de 11.96 a 26.91 mL, mientras que el grupo de pacientes sometidos a altos flujos de gas fresco obtuvieron un consumo total de sevoflurano de 18 mL hasta 75 mL. Se observó que los pacientes sometidos a flujos de gas fresco bajo consumieron 0.23 mL/min en promedio, mientras que los pacientes sometidos a flujos de gas fresco alto consumieron 0.41 mL/min en promedio, observando una diferencia de ahorro de 18 mL/min en promedio.

CONCLUSIONES

En conclusión, se identificó que al reducir el flujo de gas fresco por debajo de 1 litro por minuto parece efectivo, seguro y reduce el consumo de sevoflurano durante la anestesia ambulatoria electiva de rutina en pacientes ASA 1 a 3 sin patologías respiratorias o de riesgo, que son sometidos a anestesia general balanceada. Al encontrarnos con estos resultados creemos que minimizar el flujo de gas fresco es una estrategia racional y debe considerarse para uso rutinario.

REFERENCIAS

- Barash P. Anestesia Clínica. 8va edición. 2019. Barcelona España. Pg. 220 -221.
- Aldrete JA. Texto de anestesiología teórico- Práctica. 2ª Edición. 2004, México. Pg. 473.
- Aldrete JA. Captación de agentes anestésicos aplicada a bajos flujos y sistema cerrado, Rev. Arg. Anest. 1982, 40, 3: 267-272
- Parra Higuera CJ. Flujos bajos y circuito cerrado, en: Aldrete JA, Texto de Anestesiología Teórico Práctico, México, Salvar Mexicana de Ediciones, 1991: 1529-1549
- Walker JR. What is new with inhaled anesthetics: part 1, Journal of PeriAnesthesia Nursing 1996;11(5):330-333.
- Macario A, Vitez TS, Dunn B, McDonald T. Where are the costs in perioperative care: analysis of hospital costs and charges for inpatient surgical care. Anesthesiology 1995; 83: 1138-114.
- White, P. F.; Watcha, M. Pharmacoeconomics in anaesthesia: what are the issues? European Journal of Anaesthesiology 2001;18:10-15.
- Becker KE Jr, Carrithers J. Practical methods of cost containment in anesthesia and surgery. J Clin Anesth 1994;6(5):388-99.
- Baum J. Low Flow Anaesthesia 2001; 2da Ed .Butterworths.
- Naço M. Qarkuimbyllurianestezisë dhe anestezia me flukstëulët. Buletini i shkencave mjekësore 2009;40,1;105-111.
- Odin I, Feiss P. Low flow and economics of inhalational anesthesia. Balliere's Best Practice in Clinical Anesthesiology 2005;19:399-413.
- Weiskopf RB, Eger EI. Comparing the costs of inhaled anesthetic. Anesthesiology 1993;79(6):1413-8.
- John K. Varkey, Cost Analysis of Desflurane and Sevoflurane. An Integrative Review and Implementation Project. Introducing the Volatile Anesthetic Cost Calculator (iVAC) 2012.
- Boldt J, Jaun N, Kumle B, Heck M, Mund K. Economic considerations of the use of anesthetics: a comparison of propofol, sevoflurane, desflurane, and isoflurane. Anesthesia and Analgesia 1998;86:504-509.
- Varkey J, Welliver M. Debunking Volatile Anesthetic Cost Myths Between Sevoflurane and Desflurane. Anesthesia Journal 2013.
- Naço M. Anestezia inhalatore me halotan e vlera e MAC-ut, Buletini i shkencave mjekësore 2003;39,3:22 -28.
- Cobos FV, Haider H, Barrera A, Tinker J. Computerized tracking and comparative cost analysis of sevoflurane and desflurane. Anesthesiology 2007;107:A1108.
- Ryu HG, Lee JH, Lee KK, Gil Nam Su, Kim Chong Soo, et al. The effect of low fresh gas flow rate on sevoflurane consumption. Korean J Anesthesiol. 2011;60:75-77.

19. Feldman JM. Managing fresh gas flow to reduce environmental contamination. *AnesthAnalg.* 2012;114:1093–1101
20. Mapleson W. The theoretical ideal fresh-gas flow sequence at the start of low-flow anaesthesia. *Anaesthesia.* 1998;53:264–272.
21. Ekblom K, Assareh H, Anderson R, Jakobsson J. The effects of fresh gas flow on the amount of sevoflurane vaporized during 1 minimum alveolar concentration anaesthesia for day surgery: A clinical study. *Acta Anaesthesiol Scand.* 2007;51:290–293.
22. Kleemann P. The climatization of anesthetic gases under conditions of high flow to low flow. *Acta Anaesthesiol Belg.* 1990;41:189–200.
23. Bengtson J, Sonander H, Stenqvist O. Preservation of humidity and heat of respiratory gases during anaesthesia—a laboratory investigation. *Acta Anaesthesiol Scand.* 1987;31:127–131.
24. Bengtson J, Bengtson A, Stenqvist O. The circle system as a humidifier. *British Journal of Anaesthesia.* 1989;63:453–457.
25. Dexter F, Maguire D, Epstein R. Observational study of anaesthetists' fresh gas flow rates during anaesthesia with desflurane, isoflurane and sevoflurane. *Anaesth Intensive Care.* 2011;39:460–464.
26. Body SC, Fanikos J, DePeiro D, Philip JH, Segal SB. Individualized feedback of volatile agent use reduces fresh gas flow rate, but fails to favorably affect agent choice. *Anesthesiology.* 1999;90:1171–1175.
27. Brattwall M, Warrén-Stomberg M, Hesselvik F, Jakobsson J. Brief review: Theory and practice of minimal fresh gas flow anaesthesia. *Can J Anaesth.* 2012;59:785–797.
28. Naço M, Çeliku E, Gani H, Dibra A, Agaçi E. The Calculated Economic Cost of Inhalator Volatile Anesthetics in Low Flow Anesthesia. *AJMHS* 2019;51:1-8.
29. Angles Campana S, HajarRuiz A. Cost saving strategy in anaesthesia in high complexity surgery. *Rev. argent. anesthesiol.* 2003;61(5):280-291.
