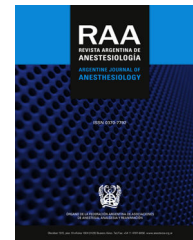




REVISTA ARGENTINA DE ANESTESIOLOGÍA

www.elsevier.es/raa



ARTÍCULO ORIGINAL

Efectos de la inducción inhalatoria con sevoflurano sobre la función ventricular izquierda



Enrique García-Galiana*, Victorio Sanchis-Gil, Francisco J. Ortega, Samanta Cuñat, Irene Oliver y María A. Martínez

Servicio de Anestesiología y Reanimación, Fundación Instituto Valenciano de Oncología (FIVO), Valencia, España

Recibido el 9 de octubre de 2016; aceptado el 10 de mayo de 2017
Disponible en Internet el 17 de junio de 2017

PALABRAS CLAVE

Inducción inhalatoria;
Sevoflurano;
Función miocárdica;
Ecocardiografía

Resumen

Objetivo: En el presente estudio, estudiamos el efecto de la inducción inhalatoria con sevoflurano sobre la función sistólica y diastólica del ventrículo izquierdo.

Pacientes y métodos: Se llevó cabo un estudio prospectivo sobre 58 pacientes sanos, ASA I-II, entre 18 y 60 años, propuestos para cirugía general. Tras administrar $0,05 \text{ mg/kg}^{-1}$ de midazolam por vía intravenosa, se realizó una ecocardiografía transtorácica para la medición de: fracción de acortamiento (FA), fracción de eyección (FE), gasto cardíaco (GC) e índice del área telediastólica del ventrículo izquierdo (IATDVI). Posteriormente, se realizó una proyección apical 4 cámaras para medición de Doppler transmitral, calculando: velocidad pico E (pE), velocidad pico A (pA), relación E/A (E/A) y tiempo de deceleración (TD). Inmediatamente después, se indujo una anestesia inhalatoria con sevoflurano al 8% a través de mascarilla facial manteniendo la ventilación espontánea y cuando la fracción espiratoria de sevoflurano alcanzó un valor de 4% se realizó una nueva ecocardiografía por el mismo observador midiendo de nuevo los mismos parámetros.

Resultados: Tras la inducción anestésica pudimos observar una disminución de la presión arterial media de un 8,33% (IC del 95%, $-11,77\% - -04,90\%$), un aumento del GC de un 7,8% (IC del 95%, $0,08\% - 15,52\%$) y un aumento de E/A del 5,92% (IC del 95%, $2,45\% - 9,38\%$), todos con significación estadística. Sin embargo, no encontramos cambios estadísticamente significativos en frecuencia cardíaca, FA, FE, IC, pE, pA ni TD.

Conclusiones: Según nuestro estudio, la inducción con sevoflurano no produce cambios significativos en la función sistólica del ventrículo izquierdo.

© 2017 Federación Argentina de Asociaciones, Anestesia, Analgesia y Reanimación. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: enriquegarcialiana@yahoo.es (E. García-Galiana).

KEYWORDS

Inhalational induction;
Sevoflurane;
Myocardial function;
Echocardiography

Effects of the inhalatory induction with sevoflurane on left ventricular function**Abstract**

Objective: In the present study, we studied the effect of inhalational induction with sevoflurane on left ventricular systolic and diastolic function.

Patients and methods: A prospective study was carried out on 58 healthy patients, ASA I-II, aged 18- 60 years and scheduled for general surgery. After administration of 0.05 mg kg⁻¹ of intravenous midazolam, transthoracic echocardiography was performed, measuring: fractional shortening (FA), ejection fraction (EF), cardiac output (CO) and left ventricular end diastolic area index (LVEDAI). Subsequently, we used an apical four chambers view for measuring trans-mitral Doppler, calculating: wave E peak velocity (pE), wave A peak velocity (pA), E/A ratio (E/A) and deceleration time (DT). Immediately after an inhalational anesthesia was induced with sevoflurane 8% through a face mask maintaining spontaneous ventilation and when the end tidal of sevoflurane reached a value of 4% a new echocardiography was performed by the same observer measuring the same parameters.

Results: We observed a decrease in mean arterial pressure of 8.33% (95% CI -11.77% - -4.90%), an increase in cardiac output 7.8% (CI95% 0.08%-15.52%) and an increase in E/A ratio 5.92% (95% CI 2.45%-9.38%), all with statistical significance. However, we found no statistically significant changes in heart rate, FA, FE, IC, PE, PA or DT.

Conclusions: According to our study, induction with sevoflurane does not cause significant changes in systolic left ventricular function.

© 2017 Federación Argentina de Asociaciones, Anestesia, Analgesia y Reanimación. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

La inducción inhalatoria consiste en sustituir, en la inducción anestésica, los fármacos endovenosos por gases halogenados a dosis elevadas y es una técnica comúnmente utilizada en anestesia pediátrica, aunque cada vez es más utilizada en adultos. Sabemos que los anestésicos halogenados, in vitro, actúan en múltiples sitios de los cardiomiocitos, pero el principal efecto inotrópico negativo parece tener lugar sobre los canales de calcio¹⁻³, provocando efectos complejos difíciles de estudiar.

Los efectos del sevoflurano sobre la función miocárdica han sido estudiados generalmente para las dosis habituales utilizadas en el mantenimiento de la anestesia general y se ha evidenciado que, en estudios con animales, a dosis de entre 1 y 2 CAM, se aprecia una disminución variable de la contractilidad⁴⁻⁶ que es menos evidente en estudios con humanos⁷.

Por otra parte, existen resultados controvertidos sobre el efecto de los halogenados sobre la función diastólica⁸, mejorando el llenado ventricular precoz pero disminuyendo la velocidad de flujo transmitral de la parte tardía del llenado del ventrículo izquierdo, probablemente a causa de un mínimo efecto inotrópico negativo sobre las fibras de la aurícula izquierda⁹; en cambio, parece que provoca una mejora de la relajación del ventrículo izquierdo en pacientes diagnosticados de disfunción diastólica^{10,11}.

La mayoría de los estudios realizados miden estos efectos en pacientes que han recibido simultáneamente otros fármacos, durante la ventilación mecánica y en pacientes con cardiopatía asociada, factores que pueden interferir en

el registro de los diferentes parámetros a estudio. Por otra parte, existen muy pocos trabajos sobre su efecto a dosis mucho más elevadas como las utilizadas en una inducción inhalatoria¹².

El objetivo de este trabajo es valorar los efectos de la exposición a altas dosis de sevoflurano (8%), tal y como se utilizan en la inducción inhalatoria, sobre algunos parámetros ecográficos que valoran la función sistólica y diastólica del ventrículo izquierdo. Para intentar investigar los efectos de sevoflurano a dosis elevadas sobre el miocardio hemos decidido estudiar pacientes sin cardiopatía previa ni tratados con fármacos que puedan afectar a la contractilidad miocárdica y valorar el efecto de la inducción inhalatoria con sevoflurano sobre parámetros que valoran la función del ventrículo izquierdo, mediante ecocardiografía transtorácica.

Tras haber realizado varias observaciones clínicas, nuestra hipótesis supone que, en pacientes sanos, la inducción inhalatoria con sevoflurano inspirado al 8% hasta un end-tidal del 4% produce una disminución de la fracción de eyección (FE) ventricular menor de un 10% de la previa y provoca un aumento de la relación E/A del Doppler transmitral menor del 10%.

Material y métodos

Se diseñó un estudio prospectivo observacional para valorar los efectos de la inducción con dosis elevadas de sevoflurano sobre la función del ventrículo izquierdo.

En el estudio se incluyó a 58 pacientes entre 18 y 60 años propuestos para cirugía general.

Los criterios de exclusión fueron:

1. Cardiopatía previa conocida (se desestimó a pacientes con alteración de la relajación conocida) o hipertensión arterial.
2. Neumopatía conocida.
3. Tratamiento previo con quimioterapia.
4. Tratamiento con calcioantagonistas o betabloqueantes.
5. BMI > 30.
6. ASA III-IV-V.

Tras haber obtenido el consentimiento informado por parte de los pacientes, se realizó una canalización de la vía venosa y se repuso la mitad del déficit volémico por ayuno, con solución de Ringer lactato, 15 min antes de la primera ecografía, calculado de la siguiente manera 3 ml por kg y hora de ayuno para los primeros 10 kg; 2 ml por kilogramo y hora para los siguientes 10 kg y 1 ml por kilogramo y hora para el resto del peso. De esta manera, se intentó neutralizar el efecto de la hipovolemia y la vasodilatación producida por el sevoflurano sobre la carga de volumen del ventrículo izquierdo.

Se procedió a la monitorización (GE Carescape MONITOR B450, GE® Healthcare Finland Oy, Kuortaneenkatu 2, FI-00510 Helsinki, Finlandia) del electrocardiograma en la derivación DII con registro de frecuencia cardíaca, presión arterial no invasiva cada 5 min, medida por oscilometría automática, saturación de oxígeno, índice biespectral, end-tidal de CO₂, fracción inspiratoria de sevoflurano y fracción espiratoria de sevoflurano (Fe-sevo). Se desestimó la utilización de catéter arterial, puesto que la mayoría de las cirugías no lo requerían y consideramos que podría añadir una morbilidad innecesaria al estudio.

Tras administrar 0,05 mg/kg⁻¹ de midazolam por vía intravenosa, con el fin de disminuir la ansiedad de los pacientes y minimizar la posibilidad de un estado adrenérgico que pudiera alterar el estudio, se realizó una ecocardiografía (Acuson Cypress®, Siemens Medical Solutions Inc., 1230 Shorebird Way, MountainView, CA, EE. UU.) en decúbito lateral izquierdo parcial, colocando la sonda en el quinto espacio intercostal con una proyección paraesternal de eje largo para medición de:

1. Fracción de acortamiento (método Teichholz) (FA).
2. FE.
3. Gasto cardíaco (GC).
4. Índice del área telediastólica del ventrículo izquierdo (IATDVI).

Posteriormente, se realizó una proyección apical 4 cámaras para medición de Doppler transmitral colocando el transductor en las puntas de las valvas de la válvula mitral durante su máxima apertura, calculando:

1. Velocidad pico E.
2. Velocidad pico A.
3. Relación E/A.
4. Tiempo de deceleración TD.

Posteriormente, se indujo una anestesia general inhalatoria con sevoflurano al 8% vehiculizado con O₂ al 80%, con

un flujo de gas fresco de 8 l por minuto a través de mascarilla facial, incitando al paciente a realizar inspiraciones profundas. Se mantuvo la ventilación espontánea y cuando el Fe-sevo alcanzó un valor del 4% se realizó una nueva ecocardiografía por el mismo observador, midiendo de nuevo los mismos parámetros.

Las imágenes fueron grabadas digitalmente y las mediciones fueron efectuadas posteriormente por 2 observadores independientes con el fin de minimizar el error. Una vez recogidos todos los datos, se analizaron las variaciones provocadas por la inducción inhalatoria en la FE y relación E/A, como variables principales y en la FA, GC, índice cardíaco (IC), velocidad pico E, velocidad pico A, tiempo de deceleración e IATDVI como variables secundarias.

Se llevó a cabo un análisis descriptivo de las variables de interés, utilizando para ello tanto herramientas gráficas como analíticas. Para las variables cuantitativas se han utilizado estimadores tanto de localización (medias como estimadores no robustos y medianas como estimadores robustos) como de dispersión (desviaciones típicas como estimadores no firmes y rangos intercuartílicos como estimadores consistentes).

Para el análisis del efecto de la inducción inhalatoria con sevoflurano sobre los parámetros analíticos de interés en los pacientes, se han calculado las variaciones absolutas y relativas de cada una de las variables tras dicha inducción con el valor basal al inicio. Las variaciones absolutas se han obtenido como la diferencia entre el valor del parámetro de interés tras administrar el sevoflurano y el valor basal, mientras que las variaciones absolutas se han calculado como el cociente, expresado en porcentaje, de las variaciones relativas entre el valor basal.

En el análisis de la evolución de los parámetros de interés, todos ellos continuos, se ha llevado a cabo en primer lugar un análisis descriptivo de los valores observados, tanto en el instante basal como tras la inducción inhalatoria incluyendo estimadores consistentes y no consistentes, y añadiendo intervalos de confianza para las medias estimadas con un nivel de confianza del 95%. A continuación, se ha llevado a cabo un análisis inferencial para evaluar la significación estadística de los cambios producidos por el sevoflurano sobre estas pacientes. Para ello se han utilizado pruebas t de Student paramétricas de comparación de medias de muestras emparejadas, ya que los supuestos de normalidad fueron asumibles. Para el análisis de la normalidad se han utilizado tanto pruebas gráficas (gráficos en papel probabilístico normal y diagramas de cajas) como numéricas (pruebas de normalidad de Kolmogorov-Smirnov).

Para determinar si la variación experimentada en la variable variación en la relación E/A era inferior al 10% se ha utilizado una prueba t de Student paramétricas unilateral de comparación de medias de muestras emparejadas con el valor de prueba igual a 10.

Para los análisis se han utilizado el programa estadístico SPSS 17® para Windows®, así como el programa estadístico R 3.0.2®.

Resultados

Se incluyó a 58 pacientes entre 18 y 60 años propuestos para cirugía abdominal o mamaria.

Tabla 1 Características de los pacientes incluidos en el estudio

Total	58 (100%)
Edad	
Media (DT)	50,8 (9,53)
Mediana (RI)	51 (49-56)
Sexo	
Varones	13 (22,4%)
Mujeres	45 (77,6%)
IMC	
Media (DT)	23,6 (3,10)
Mediana (RI)	22,5 (21,3-25,5)
< 25	37 (63,8%)
≥ 25	21 (36,2%)

DT: desviación típica; IMC: índice de masa corporal; RI: rango intercuartílico.

La [tabla 1](#) muestra una descripción de las principales características demográficas de los pacientes incluidos en el estudio. Podemos observar que la media de edad de los pacientes estudiados fue de 50,8 años. Además, el 77,6% eran mujeres, frente a un 22,4% de varones. Por otro lado, el 36,2% de los pacientes presentaban sobrepeso (índice de masa corporal [IMC] mayor o igual a 25 pero menor de 30).

La [tabla 2](#) resume las mediciones recogidas en los 58 pacientes incluidos en el estudio durante la fase previa a la inducción inhalatoria.

Tras la inducción anestésica con sevoflurano se volvieron a repetir las mediciones previas y los datos que se obtuvieron en esta segunda medición se describen en la [tabla 3](#).

La [figura 1](#) muestra la dispersión de los valores obtenidos antes y después de la inducción con sevoflurano, y en él se han representado los valores medios y los IC del 95% de cada una de las variables analizadas en el estudio. Posteriormente, se estimaron los cambios producidos en los pacientes, tanto en términos absolutos como en variaciones relativas respecto al valor previo. La [tabla 4](#) resume los cambios observados sobre este grupo de pacientes, junto con los p valores asociados a los contrastes de hipótesis sobre cambios significativos en la variación relativa de estas características.

En la [tabla 4](#) podemos observar los estimadores de las variaciones, tanto absolutas como relativas, que se experimentan tras la inducción inhalatoria con sevoflurano. Además, se adjunta el p valor relativo al contraste de hipótesis que comprueba si la variación media experimentada tras la inducción inhalatoria es significativamente distinta de cero.

Respecto en la FA, podemos ver en la [tabla 4](#) que la variación tras aplicar la inducción inhalatoria con sevoflurano no es estadísticamente significativa (p valor = 0,310), con un incremento medio estimado de la FA del 2,99% (IC del 95%, -2,86-8,84%).

En la FE tampoco se aprecian diferencias significativas (p valor = 0,651) en la variación producida tras la inducción inhalatoria, con un incremento medio del 0,76% en la FE (IC del 95%, -2,59%-4,11%).

Si observamos el GC, podemos observar diferencias estadísticamente significativas (p valor = 0,048) entre el antes

Tabla 2 Parámetros recogidos antes de la inducción anestésica

Total	58
Fracción de acortamiento previa	
Media (DT)	36,91 (8,74)
Mediana (RI)	35 (31-42)
Fracción de eyección previa	
Media (DT)	64,60 (9,90)
Mediana (RI)	63 (58-73)
Gasto cardíaco previo	
Media (DT)	5,33 (2,26)
Mediana (RI)	4,58 (3,91-6,5)
Índice cardíaco previo	
Media (DT)	3,18 (1,29)
Mediana (RI)	2,87 (2,3-4)
Velocidad pico E previo	
Media (DT)	0,77 (0,16)
Mediana (RI)	0,76 (0,65-0,86)
Velocidad pico A previo	
Media (DT)	0,58 (0,15)
Mediana (RI)	0,59 (0,5-0,66)
Relación E/A previo	
Media (DT)	1,39 (0,36)
Mediana (RI)	1,29 (1,11-1,52)
Tiempo de deceleración previo	
Media (DT)	191,86 (36,29)
Mediana (RI)	191 (168-216)
Frecuencia cardíaca previa	
Media (DT)	75,05 (17,59)
Mediana (RI)	73,5 (66-80)
Presión arterial media previa	
Media (DT)	84,78 (14,04)
Mediana (RI)	83 (73-96)
Área telediastólica de ventrículo izq. Indexada previa	
Media (DT)	11,75(2,17)
Mediana (RI)	11,68(10,02-13,09)

y el después, siendo el aumento medio del GC del 7,8% (IC del 95%, 0,08%-15,52%).

La variación registrada en el IC no es estadísticamente significativa tras suministrar el sevoflurano (p valor = 0,076). La variación media registrada en el IC es del 6,26% (IC del 95%, -0,67%-13,19%).

Tampoco se observan diferencias estadísticamente significativas entre las velocidades del pico E y del pico A (p valores 0,076 y 0,098, respectivamente) tras la inducción inhalatoria. En el caso de la velocidad del pico E, se obtiene un aumento medio del 1,77% (IC del 95%, -0,19%-3,73%) y en el caso de la velocidad del pico A se obtiene una disminución media del 2,74% (IC del 95%, -6,94%-0,37%).

Analizando la relación E/A del Doppler transmitral, se observa un aumento medio tras la inducción del 5,92% (IC del 95%, 2,45%-9,38%). Además, este aumento es estadísticamente significativo (p valor = 0,001), lo que garantiza

Tabla 3 Parámetros recogidos posteriormente a la inducción anestésica

Total	58
<i>Fracción de acortamiento posterior</i>	
Media (DT)	37,20 (8,68)
Mediana (RI)	35 (32-42)
<i>Fracción de eyección posterior</i>	
Media (DT)	64,50 (8,94)
Mediana (RI)	62 (59-69)
<i>Gasto cardíaco posterior</i>	
Media (DT)	5,55 (2,38)
Mediana (RI)	4,9 (3,77-6,59)
<i>Índice cardíaco posterior</i>	
Media (DT)	3,28 (1,33)
Mediana (RI)	2,99 (2,31-3,96)
<i>Velocidad pico E posterior</i>	
Media (DT)	0,78 (0,16)
Mediana (RI)	0,77 (0,68-0,84)
<i>Velocidad pico A posterior</i>	
Media (DT)	0,56 (0,14)
Mediana (RI)	0,56 (0,45-0,64)
<i>Relación E/A posterior</i>	
Media (DT)	1,46 (0,40)
Mediana (RI)	1,39 (1,20-1,66)
<i>Tiempo de deceleración posterior</i>	
Media (DT)	177,5 (33,68)
Mediana (RI)	171,5 (156-198)
<i>Frecuencia cardíaca posterior</i>	
Media (DT)	75,4 (12,72)
Mediana (RI)	74 (68-85)
<i>Presión arterial media posterior</i>	
Media (DT)	77,5 (16,42)
Mediana (RI)	73,5 (66-88)
<i>Área telediastólica de ventrículo izq. indexada posterior</i>	
Media (DT)	11,96 (2,59)
Mediana (RI)	11,41(10,08-13,03)

que tras la administración del sevoflurano los pacientes han experimentado un aumento en la relación E/A de Doppler transmitral.

El tiempo de deceleración disminuye de media un 5,52% (IC del 95%, -11,09%-0,63%); sin embargo, no podemos comprobar que esta disminución media es estadísticamente distinta de cero (p valor = 0,053).

Por otra parte, no se puede demostrar que exista una variación en la frecuencia cardíaca (p valor = 0,235). Para esta variable se ha registrado una desviación media del 2,86% (IC del 95%, -1,91%-7,63%).

Además, la presión arterial media sufre con el sevoflurano una disminución media del 8,33% (IC del 95%, -11,77% - -4,90%), siendo esta disminución significativa en términos estadísticos.

Por último, el IATDVI presentó, tras la administración de sevoflurano, un aumento medio del 1,87% (IC del 95%,

-1,05%-4,78%), no siendo dicho aumento significativo en términos estadísticos.

Finalmente, y tras observar que la administración del sevoflurano tiene como efecto el aumento de la relación E/A de Doppler transmitral, se comprueba que esta variación media es estadísticamente inferior al 10% (p valor 0,011).

Discusión

El presente estudio ha intentado valorar el efecto de la inducción inhalatoria con sevoflurano en pacientes sanos. Se han intentado evitar interferencias de otros fármacos anestésicos, así como de la ventilación mecánica, que podrían producir cambios significativos sobre la precarga del ventrículo izquierdo.

Se midió la FE mediante el método de Teichholz, puesto que la técnica es más sencilla que la de Simpson y nuestros pacientes no presentaban alteraciones de la contractilidad segmentaria, ya que eran pacientes sin antecedentes cardiológicos y la contractilidad del ventrículo izquierdo era homogénea en todos los pacientes.

En cuanto a los parámetros hemodinámicos básicos, no se observaron cambios en la frecuencia cardíaca, aunque sí hubo un leve descenso en la presión arterial sistólica.

Tras el análisis de los datos, observamos que no existe una variación significativa en la FA ni tampoco en la FE, lo que confirma nuestra hipótesis inicial, aunque sí que apreciamos un aumento del GC del 7,8% que puede ser debido a la heterogeneidad de los IMC de los pacientes, ya que este cambio se neutraliza cuando adaptamos el GC a la superficie corporal mediante el cálculo del IC, hallazgos que coinciden con los de otros autores, si bien las condiciones y las dosis son diferentes¹³.

Nuestros resultados no muestran que exista una afectación significativa de la contractilidad del ventrículo izquierdo y difieren de otros estudios previos¹². Estos muestran una mayor afectación de la contractilidad, aunque los parámetros medidos son diferentes de los de nuestro trabajo, así como el entorno, ya que en nuestro caso se trata de pacientes sanos a los que solamente se administra sevoflurano y que no están sometidos a ventilación con presión positiva.

En cuanto a la función diastólica, podemos apreciar que existen unos aumentos de las velocidades de la onda E y disminución de la onda A del Doppler transmitral, ambos cambios sin significación estadística, pero suficientes para hacer que la relación E/A presente un aumento significativo del 5,2%. Esto confirma nuestra hipótesis inicial de que existe un aumento de la relación E/A no superior al 10% y que podría explicar la mejoría en pacientes con disfunción diastólica observada por otros autores^{9,10}, si bien tenemos que tener en cuenta que el flujo transmitral, como parámetro único, no es el método óptimo para la valoración de la función diastólica. El flujo transmitral es un parámetro que puede variar con la precarga y, con el objetivo de observar cambios en la misma secundarios a la posible vasodilatación debida a sevoflurano, se midieron los cambios en el área telediastólica indexada del ventrículo izquierdo. Sabemos que es proporcional al volumen telediastólico del ventrículo

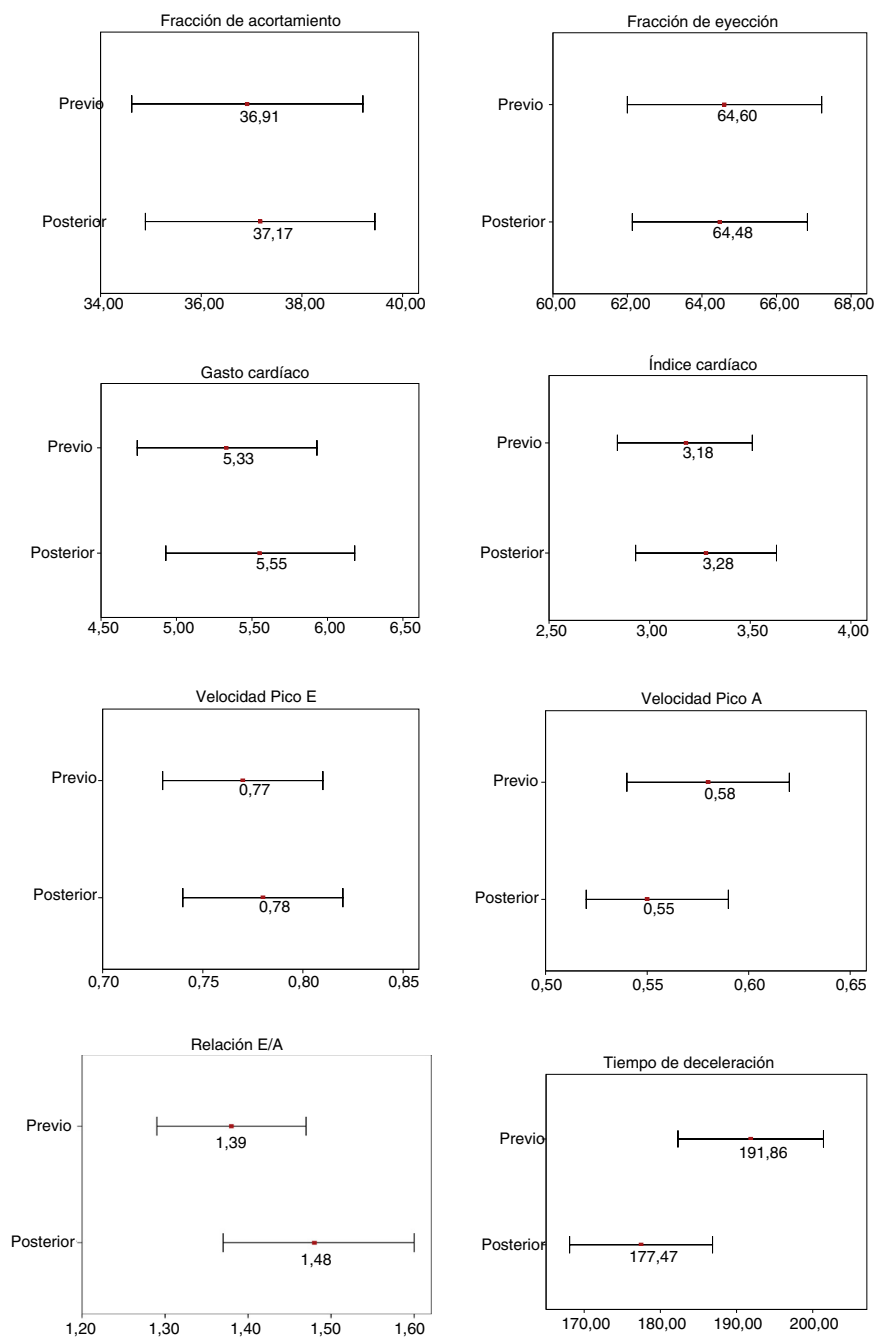


Figura 1 Intervalos de confianza del 95% de las variables estudiadas antes y después de la inducción.

izquierdo y el cual se considera un parámetro válido para medir la precarga del ventrículo izquierdo, aunque no para predecir la respuesta a la administración de volumen^{14,15}, sin observar cambios significativos entre las medidas anteriores y posteriores a la administración de sevoflurano. Debido a esto podemos afirmar que no hubo cambios significativos en la precarga del ventrículo izquierdo durante el estudio, con lo que se puede considerar, en este caso, la medida

del flujo transmitral como un indicador válido de la función diastólica.

La disminución del tiempo de deceleración de la onda E podría tener relación con una mejoría en la relajación del ventrículo izquierdo, que aunque no significativa, iría paralela al aumento de velocidad de la onda E.

Por tanto, podemos concluir que la inducción inhalatoria en pacientes sanos con sevoflurano provoca una disminución

Tabla 4 Variaciones tras la inducción inhalatoria con sevoflurano

	Variación absoluta (post-pre)	Variación relativa (%) (post-pre)/pre	p
Total	58	58	
Fracción de acortamiento			0,310
Media (DT)	0,259 (9,32)	2,99 (22,27)	
Mediana (RI)	0 (-3-4)	0 (-6,98-13,16)	
Fracción de eyección			0,651
Media (DT)	-0,13 (7,25)	0,76 (12,75)	
Mediana (RI)	-1,5 (-4-4)	-2,12 (-6,02-5,41)	
Gasto cardíaco			0,048
Media (DT)	0,22 (1,51)	7,80 (29,36)	
Mediana (RI)	0,11 (-0,52-0,78)	1,87 (-8,53-16,98)	
<i>Índice cardíaco</i>			
Media (DT)	0,10 (0,83)	6,26 (26,35)	0,076
Mediana (RI)	0,06 (-0,23-0,4)	2,02 (-8,95-16,36)	
Velocidad Pico E			0,076
Media (DT)	0,01 (0,06)	1,77 (7,46)	
Mediana (RI)	0,00 (-0,02-0,03)	0,00 (-2,10-4,05)	
<i>Velocidad pico A</i>			
Media (DT)	-0,02 (0,06)	-2,74 (12,42)	0,098
Mediana (RI)	-0,01 (-0,05 - 0)	-2,12 (-7,41 - 0)	
Relación E/A			0,001
Media (DT)	0,07 (0,22)	5,92 (13,18)	
Mediana (RI)	0,03 (0,0-0,15)	2,41 (0,17-10,17)	
Tiempo de deceleración			0,053
Media (DT)	-14,39 (39,67)	-5,52 (21,22)	
Mediana (RI)	-18 (-36-12)	-8,07 (-18,52-7,14)	
<i>Frecuencia cardíaca</i>			
Media (DT)	0,35 (17,77)	2,86 (18,13)	0,235
Mediana (RI)	0 (-6 - 9)	0 (-7,06-13,33)	
Presión arterial media			< 0,001
Media (DT)	-7,28 (12,48)	-8,33 (13,06)	
Mediana (RI)	-7 (-12, -3)	-8,33 (-15,49 - -4,11)	
Área telediastólica de ventrículo izq. indexada			0,206
Media (DT)	0,21 (1,28)	1,87 (11,1)	
Mediana (RI)	0,01 (-0,45-1,00)	0,10 (-3,80, 8,47)	

de la FE menor del 10% y un aumento de la relación E/A del Doppler transmitral menor del 10%.

Creemos que son necesarios nuevos estudios para valorar si el efecto de dosis elevadas de sevoflurano en la inducción anestésica es seguro en pacientes con cardiopatía.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que los procedimientos seguidos se conformaron a las normas éticas del comité de experimentación humana responsable y de acuerdo con la Asociación Médica Mundial y la Declaración de Helsinki.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores han obtenido el consentimiento informado de los pacientes y/o sujetos referidos en el artículo. Este documento obra en poder del autor de correspondencia.

Conflicto de intereses

Declaramos que no existen conflictos de intereses respecto a ninguno de los autores firmantes.

Bibliografía

1. Hanley PJ, ter Keurs HE, Cannell MB. Excitation-contraction coupling in the heart and the negative inotropic action of volatile anesthetics. *Anesthesiology*. 2004;101:999-1014.

2. Park WK, Pancrazio JJ, Suh CK, Lynch C. Myocardial depressant effects of sevoflurane. Mechanical and electrophysiologic actions in vitro. *Anesthesiology*. 1996;84:1166–76, 3rd.
3. Hüneke R, Fassl J, Rossaint R, Lückhoff A. Effects of volatile anesthetics on cardiac ion channels. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2004;48:547–61.
4. Gentry-Smetana S, Redford D, Moore D, Larson DF. Direct effects of volatile anesthetics on cardiac function. *Perfusion*. 2008;23:437.
5. Skeehan TM, Schuler HG, Riley JL. Comparison of the alteration of cardiac function by sevoflurane, isoflurane, and halothane in the isolated working rat heart. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 1995;9:706–12.
6. Harkin CP, Pagel PS, Kersten JR, Hettrick DA, Warltier DC. Direct negative inotropic and lusitropic effects of sevoflurane. *Anesthesiology*. 1994;81:1080.
7. Kikura M, Ikeda K. Comparison of effects of sevoflurane/nitrous oxide and enflurane/nitrous oxide on myocardial contractility in humans. Load-independent and noninvasive assessment with transesophageal echocardiography. *Anesthesiology*. 1993;79:235–43.
8. Pagel PS, Kampine JP, Schmeling WT, Warltier DC. Alteration of left ventricular diastolic function by desflurane, isoflurane, and halothane in the chronically instrumented dog with autonomic nervous system blockade. *Anesthesiology*. 1991;74:1103–14.
9. Bolliger D, Seeberger MD, Kasper J, Bernheim A, Schumann RM, Skarvan K, et al. Different effects of sevoflurane, desflurane, and isoflurane on early and late left ventricular diastolic function in young healthy adults. *Br J Anaesth*. 2010;104:547–54.
10. Filipovic M, Michaux I, Wang J, Hunziker P, Skarvan K, Seeberger M. Effects of sevoflurane and propofol on left ventricular diastolic function in patients with pre-existing diastolic dysfunction. *Br J Anaesth*. 2007;98:12–8.
11. Sarkar S, GuhaBiswas R, Rupert E. Echocardiographic evaluation and comparison of the effects of isoflurane, sevoflurane and desflurane on left ventricular relaxation indices in patients with diastolic dysfunction. *Ann Card Anaesth*. 2010;13:130–7.
12. Kato H, Sasaoka N, Yoshitani K, Suzuki A, Furuya H. The effect of inhalation induction with sevoflurane on left ventricular systolic and diastolic function. A transthoracic echocardiographic study. *Masui*. 2004;53:34–9.
13. Rivenes SM, Lewin MB, Stayer SA, Bent ST, Schoenig HM, McKenzie ED, et al. Cardiovascular effects of sevoflurane, isoflurane, halothane, and fentanyl-midazolam in children with congenital heart disease: An echocardiographic study of myocardial contractility and hemodynamics. *Anesthesiology*. 2001;94:9–223.
14. Scheuren K, Wente MN, Hainer C, Scheffler M, Lichtenstern C, Martin E, et al. Left ventricular end-diastolic area is a measure of cardiac preload in patients with early septic shock. *Eur J Anaesthesiol*. 2009;26:65–759.
15. Della Rocca G, Costa MG, Coccia C, Pompei L, Salandin V, Pierangelo DM, et al. Continuous right ventricular end-diastolic volume in comparison with left ventricular end-diastolic area. *Eur J Anaesthesiol*. 2009;26:8–272.