



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

FACULTAD DE MEDICINA

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

DELEGACIÓN SUR DEL DISTRITO FEDERAL

CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI

U.M.A.E. HOSPITAL DE ESPECIALIDADES

“DR. BERNARDO SEPÚLVEDA GUTIÉRREZ”

SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA

COMPORTAMIENTO DEL GASTO E ÍNDICE CARDIACO EN  
PACIENTES SOMETIDOS A TRASPLANTE RENAL BAJO  
ANESTESIA GENERAL CON EL USO DE ISOFLURANO VERSUS

DESFLURANO

R-2012-3601-220

T E S I S

PRESENTA:

DRA. MARISOL ZARAZÚA JUÁREZ

PARA OBTENER EL DIPLOMA EN LA ESPECIALIDAD DE

ANESTESIOLOGÍA

INVESTIGADOR RESPONSABLE Y ASESOR

MAESTRO EN CIENCIAS MÉDICAS

ANTONIO CASTELLANOS OLIVARES

JEFE DEL SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA

U.M.A.E. HOSPITAL DE ESPECIALIDADES

“DR. BERNARDO SEPÚLVEDA G.”

CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO XXI



---

DOCTORA

**DIANA G. MENEZ DÍAZ**

JEFE DE LA DIVISIÓN DE EDUCACIÓN EN SALUD

UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES “BERNARDO SEPÚLVEDA G.”

CMN SIGLO XXI

---

MAESTRO EN CIENCIAS MÉDICAS

**ANTONIO CASTELLANOS OLIVARES**

PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE ANESTESIOLOGÍA

UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES “DR. BERNARDO SEPÚLVEDA G.”

CMN SIGLO XXI.

---

MAESTRO EN CIENCIAS MÉDICAS

**ANTONIO CASTELLANOS OLIVARES**

ASESOR CLÍNICO Y METODOLÓGICO

UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES “DR. BERNARDO SEPÚLVEDA G.” CMN  
SIGLO XXI.

**PROFESORES ADJUNTOS**

MIC. DRA. PETRA ISIDORA VÁSQUEZ MÁRQUEZ

DR. FERNANDO VILLEGAS ANZO

DR. JORGE OCTAVIO FERNÁNDEZ GARCÍA

UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES "DR. BERNARDO SEPÚLVEDA G."

CMN SIGLO XXI



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL

DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS  
Unidad de Educación, Investigación y Políticas de Salud  
Coordinación de Investigación en Salud

**Dictamen de Autorizado**

Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud 3601  
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES DR. BERNARDO SEPULVEDA GUTIERREZ, CENTRO MEDICO NACIONAL SIGLO  
XXI, D.F. SUR

FECHA 13/12/2012

**M.C. ANTONIO CASTELLANOS OLIVARES**

**P R E S E N T E**

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título:

**COMPORTAMIENTO DEL GASTO CARDIACO EN PACIENTES SOMETIDOS A  
TRASPLANTE RENAL BAJO ANESTESIA GENERAL CON EL USO DE DESFLURANO  
VERSUS ISOFLURANO**

que usted sometió a consideración de este Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A U T O R I Z A D O**, con el número de registro institucional:

|                         |
|-------------------------|
| <b>Núm. de Registro</b> |
| <b>R-2012-3601-220</b>  |

ATENTAMENTE

**DR. CARLOS FREDY CUEVAS GARCÍA**

Presidente del Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud No. 3601

**IMSS**

SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL



**IMSS**

**REGISTRO NACIONAL DE TESIS DE ESPECIALIDAD**

|                         |                    |                              |  |
|-------------------------|--------------------|------------------------------|--|
| <b>Delegación</b>       | <u>SUR</u>         | <b>Unidad de Adscripción</b> | <u>UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CMN S XXI</u> |
| <b>Autor</b>            |                    |                              |  |
| <b>Apellido Paterno</b> | <u>ZARAZÚA</u>     | <b>Materno</b>               | <u>JUÁREZ</u> <b>Nombre</b> <u>MARISOL</u>       |
| <b>Matricula</b>        | <u>98370106</u>    | <b>Especialidad</b>          | <u>ANESTESIOLOGÍA</u>                            |
| <b>Asesor</b>           |                    |                              |  |
| <b>Apellido Paterno</b> | <u>CASTELLANOS</u> | <b>Materno</b>               | <u>OLIVARES</u> <b>Nombre</b> <u>ANTONIO</u>     |
| <b>Matricula</b>        | <u>3286479</u>     | <b>Especialidad</b>          | <u>ANESTESIOLOGÍA</u>                            |
| <b>Fecha Grad.</b>      | <u>ENERO 2013</u>  | <b>No. de Registro</b>       | <u>R-2012-3601-220</u>                           |

**Título de la tesis:**

COMPORTAMIENTO DEL GASTO E ÍNDICE CARDIACO EN PACIENTES SOMETIDOS A TRASPLANTE RENAL BAJO ANESTESIA GENERAL CON EL USO DE ISOFLURANO VERSUS DESFLURANO

**Resumen:**

**INTRODUCCIÓN:** En trasplante renal, la técnica anestésica debería ser aquella en la que se utilicen los fármacos con la menor toxicidad y la menor depresión cardiaca posible que garantice una adecuada perfusión del injerto y un óptimo manejo de la patología cardiovascular, que es frecuente en estos pacientes. En el caso específico, del uso de gases, no se tiene un consenso que determine cuál es el halogenado ideal y con menor efecto depresor de la función cardiovascular en el receptor renal. El gasto cardiaco (GC) implica un concepto de índole funcional donde están relacionadas la capacidad de perfusión tisular que permitan preservar las funciones de los distintos aparatos y sistemas del organismo. La determinación del GC constituye una herramienta indispensable para vigilar el comportamiento hemodinámico. El presente estudio tiene la finalidad de comparar la estabilidad hemodinámica con el uso de dos gases anestésicos en pacientes sometidos a trasplante renal (TR).

**OBJETIVOS:** Demostrar que el gasto e índice cardiaco es menor cuando se utiliza isoflurano en comparación con desflurano en pacientes sometidos a TR bajo anestesia general.

**MATERIAL Y MÉTODOS:** Previa aprobación por el comité de ética del hospital y el consentimiento de aceptación por escrito de los pacientes se realizó un ensayo clínico controlado aleatorizado, se incluyeron 42 pacientes de ambos sexos programados para TR de donador vivo y cadavérico. Se formaron dos grupos de 21 pacientes: Grupo I recibió Isoflurano y Grupo D recibió Desflurano. Se tomaron las mediciones del GC por medio de un equipo NICO. Se midió la presión arterial sistólica (PAS), diastólica (PAD), media (PAM), presión venosa central (PVC), uresis, frecuencia cardiaca y respiratoria, temperatura y saturación de oxígeno en 6 tiempos: mediciones basales (T0), post inducción (T1), pre despinzamiento del injerto renal (T2), post despinzamiento del injerto renal (T3), post extubación (T4) y a su llegada a UTR (T5). El análisis estadístico se realizó contrastando diferencias con T de Student, U de Manwhitney y análisis de varianza de dos factores con SPSS,

tomando como significativa p menor de 0.05.

**RESULTADOS.** Los grupos fueron similares en cuanto al sexo, edad, peso, talla, índice de masa corporal, superficie corporal, estado físico ni tipo de donador. El GC e IC mostraron diferencia estadística en los tiempos: GC T3  $8.47 \pm 2.86$  vs  $11.43 \pm 3.13$  ( $p= 0.003$ ), IC T3  $5.24 \pm 1.70$  vs  $6.86 \pm 1.85$  ( $p= 0.005$ ); para la PAS T1  $132.90 \pm 15.37$  vs  $115.24 \pm 23.75$  ( $p= 0.007$ ) y T2  $151.48 \pm 14.24$  vs  $136.71 \pm 19.94$  ( $p= 0.009$ ); para la PAD T1  $77.24 \pm 11.74$  vs  $65.00 \pm 13.73$  ( $p= 0.003$ ), T2  $82.52 \pm 10.18$  vs  $70.05 \pm 12.22$  ( $p= 0.001$ ), T3  $84.52 \pm 7.35$  vs  $72.43 \pm 10.62$  ( $p=0.000$ ); para la PAM T1  $96.48 \pm 12.95$  vs  $81.76 \pm 15.29$  ( $p= 0.002$ ), T2  $104.48 \pm 8.53$  vs  $91.62 \pm 13.20$  ( $p = 0.001$ ), T3  $106.48 \pm 5.87$  vs  $94.67 \pm 12.36$  ( $p= 0.000$ ); para la PVC T2  $14.43 \pm 5.10$  vs  $18.52 \pm 3.40$  ( $p= 0.004$ ), T3  $12.67 \pm 4.46$  vs  $18.29 \pm 4.55$  ( $p= 0.000$ ), T4  $11.43 \pm 3.62$  vs  $15.71 \pm 5.11$  ( $p= 0.003$ ), T5  $10.67 \pm 4.93$  vs  $15.52 \pm 5.65$  ( $p= 0.005$ ) para el grupo I y grupo D respectivamente. Con respecto a la uresis se observó lo siguiente:  $5.91 \pm 2.28$  vs  $3.01 \pm 2.33$  ( $p= 0.000$ ) para el grupo I y grupo D respectivamente.

**DISCUSIÓN.** Se encontró que el GC e IC mostraron una diferencia estadísticamente significativa, con aumento del GC e IC en el grupo D. El aumento del GC e IC en el grupo D representa el estado hiperdinámico de la función cardiovascular y por ende el aumento en la incidencia de insuficiencia cardíaca (IC). El grupo I presentó volúmenes urinarios mayores en comparación con el grupo D, lo cual es interpretado como un parámetro de adecuada perfusión y funcionalidad renal en pacientes sometidos a TR.

**CONCLUSIONES.** El GC e IC fueron mayores en el grupo D que en el grupo I. Los volúmenes urinarios fueron mayores en el grupo I que en el grupo D. No hubo diferencia estadística en la uresis por subgrupo de acuerdo al tipo de donador. El contar con un monitoreo adecuado en pacientes con riesgo y sometidos a cirugía mayor, como el trasplante renal, es de vital importancia para dictaminar el tratamiento transanestésico adecuado.

**Palabras Clave:**

1) Gasto cardíaco 2) Índice cardíaco 3) Trasplante renal

4) Desflurano 5) Isoflurano Págs. 52 Ilus. 12

(Anotar el número real de páginas en el rubro correspondiente sin las dedicatorias ni portada)

(Para ser llenado por el jefe de Educación e Investigación Médica)

Tipo de Investigación: \_\_\_\_\_

Tipo de Diseño: \_\_\_\_\_

Tipo de Estudio: \_\_\_\_\_

## AGRADECIMIENTOS

A mi familia

A mis maestros

A los pacientes

## ÍNDICE

|                            |    |
|----------------------------|----|
| Resumen                    | 9  |
| Hoja de datos              | 10 |
| Introducción               | 11 |
| Planteamiento del problema | 19 |
| Hipótesis                  | 20 |
| Objetivos                  | 20 |
| Material y métodos         | 20 |
| Consideraciones éticas     | 26 |
| Recursos para el estudio   | 27 |
| Resultados                 | 30 |
| Discusión                  | 44 |
| Conclusiones               | 46 |
| Apéndices                  | 47 |
| Bibliografía               | 52 |

## RESUMEN

**INTRODUCCIÓN:** En trasplante renal, la técnica anestésica debería ser aquella en la que se utilicen los fármacos con la menor toxicidad y la menor depresión cardiaca posible que garantice una adecuada perfusión del injerto y un óptimo manejo de la patología cardiovascular, que es frecuente en estos pacientes. En el caso específico, del uso de gases, no se tiene un consenso que determine cuál es el halogenado ideal y con menor efecto depresor de la función cardiovascular en el receptor renal. El gasto cardiaco (GC) implica un concepto de índole funcional donde están relacionadas la capacidad de perfusión tisular que permitan preservar las funciones de los distintos aparatos y sistemas del organismo. La determinación del GC constituye una herramienta indispensable para vigilar el comportamiento hemodinámico. El presente estudio tiene la finalidad de comparar la estabilidad hemodinámica con el uso de dos gases anestésicos en pacientes sometidos a trasplante renal (TR).

**OBJETIVOS:** Demostrar que el gasto e índice cardiaco es menor cuando se utiliza isoflurano en comparación con desflurano en pacientes sometidos a TR bajo anestesia general.

**MATERIAL Y MÉTODOS:** Previa aprobación por el comité de ética del hospital y el consentimiento de aceptación por escrito de los pacientes se realizó un ensayo clínico controlado aleatorizado, se incluyeron 42 pacientes de ambos sexos programados para TR de donador vivo y cadavérico. Se formaron dos grupos de 21 pacientes: Grupo I recibió Isoflurano y Grupo D recibió Desflurano. Se tomaron las mediciones del GC por medio de un equipo NICO. Se midió la presión arterial sistólica (PAS), diastólica (PAD), media (PAM), presión venosa central (PVC), uresis, frecuencia cardiaca y respiratoria, temperatura y saturación de oxígeno en 6 tiempos: mediciones basales (T0), post inducción (T1), pre despinzamiento del injerto renal (T2), post despinzamiento del injerto renal (T3), post extubación (T4) y a su llegada a UTR (T5). El análisis estadístico se realizó contrastando diferencias con T de Student, U de Manwhitney y análisis de varianza de dos factores con SPSS, tomando como significativa p menor de 0.05.

**RESULTADOS.** Los grupos fueron similares en cuanto al sexo, edad, peso, talla, índice de masa corporal, superficie corporal, estado físico ni tipo de donador. El GC e IC mostraron diferencia estadística en los tiempos: GC T3  $8.47 \pm 2.86$  vs  $11.43 \pm 3.13$  ( $p= 0.003$ ), IC T3  $5.24 \pm 1.70$  vs  $6.86 \pm 1.85$  ( $p= 0.005$ ); para la PAS T1  $132.90 \pm 15.37$  vs  $115.24 \pm 23.75$  ( $p= 0.007$ ) y T2  $151.48 \pm 14.24$  vs  $136.71 \pm 19.94$  ( $p= 0.009$ ); para la PAD T1  $77.24 \pm 11.74$  vs  $65.00 \pm 13.73$  ( $p= 0.003$ ), T2  $82.52 \pm 10.18$  vs  $70.05 \pm 12.22$  ( $p= 0.001$ ), T3  $84.52 \pm 7.35$  vs  $72.43 \pm 10.62$  ( $p=0.000$ ); para la PAM T1  $96.48 \pm 12.95$  vs  $81.76 \pm 15.29$  ( $p= 0.002$ ), T2  $104.48 \pm 8.53$  vs  $91.62 \pm 13.20$  ( $p = 0.001$ ), T3  $106.48 \pm 5.87$  vs  $94.67 \pm 12.36$  ( $p= 0.000$ ); para la PVC T2  $14.43 \pm 5.10$  vs  $18.52 \pm 3.40$  ( $p= 0.004$ ), T3  $12.67 \pm 4.46$  vs  $18.29 \pm 4.55$  ( $p= 0.000$ ), T4  $11.43 \pm 3.62$  vs  $15.71 \pm 5.11$  ( $p= 0.003$ ), T5  $10.67 \pm 4.93$  vs  $15.52 \pm 5.65$  ( $p= 0.005$ ) para el grupo I y grupo D respectivamente. Con respecto a la uresis se observó lo siguiente:  $5.91 \pm 2.28$  vs  $3.01 \pm 2.33$  ( $p= 0.000$ ) para el grupo I y grupo D respectivamente.

**DISCUSIÓN.** Se encontró que el GC e IC mostraron una diferencia estadísticamente significativa, con aumento del GC e IC en el grupo D. El aumento del GC e IC en el grupo D representa el estado hiperdinámico de la función cardiovascular y por ende el aumento en la incidencia de insuficiencia cardiaca (IC). El grupo I presentó volúmenes urinarios mayores en comparación con el grupo D, lo cual es interpretado como un parámetro de adecuada perfusión y funcionalidad renal en pacientes sometidos a TR.

**CONCLUSIONES.** El GC e IC fueron mayores en el grupo D que en el grupo I. Los volúmenes urinarios fueron mayores en el grupo I que en el grupo D. No hubo diferencia estadística en la uresis por subgrupo de acuerdo al tipo de donador. El contar con un monitoreo adecuado en pacientes con riesgo y sometidos a cirugía mayor, como el trasplante renal, es de vital importancia para dictaminar el tratamiento transanestésico adecuado.

**PALABRAS CLAVE:** gasto cardiaco, índice cardiaco, trasplante renal, desflurano, isoflurano.

**DATOS DEL ALUMNO:**

- Zarazúa  
Juárez  
Marisol
- Tel: 57-09-59-19
- Universidad Nacional Autónoma De México
- Facultad De Medicina
- Especialidad en Anestesiología
- Cuenta: 510211680

**2.- ASESORES:**

- Antonio  
Castellanos  
Olivares

**3.- DATOS DE LA TESIS:**

- **COMPORTAMIENTO DEL GASTO E ÍNDICE CARDIACO EN PACIENTES SOMETIDOS A TRASPLANTE RENAL BAJO ANESTESIA GENERAL CON EL USO DE ISOFLURANO VERSUS DESFLURANO**
- Páginas: 55
- Año: 2013

## INTRODUCCIÓN

La mejoría en el conocimiento y tratamiento perioperatorio de las alteraciones fisiopatológicas de la enfermedad renal crónica terminal (ERCT) y enfermedades asociadas del paciente urémico durante el trasplante renal (TR) ha supuesto una mayor supervivencia del injerto y una reducción de la morbilidad y mortalidad perioperatoria.<sup>1</sup>

De forma ideal la técnica anestésica debería ser aquella en la que se utilizaran fármacos con la menor toxicidad posible así como una monitorización y un control perioperatorio de los líquidos que garantizara una adecuada perfusión del injerto además de un óptimo manejo de la patología cardiovascular frecuente en estos pacientes. La tolerancia hemodinámica de los enfermos urémicos a los fármacos anestésicos está disminuida debido a que presentan una depleción de volumen importante por la diálisis preoperatoria y una inadecuada respuesta vasoconstrictora compensadora intrínseca a su enfermedad en estadio terminal.

Los fármacos más adecuados para los pacientes con IRT que van a someterse a un trasplante renal son aquellos que poseen una eliminación independiente de la función renal y cuyos metabolitos no se acumulan en el fracaso renal.<sup>1</sup>

En el caso específico, del uso de gases, no se tiene un consenso que determine cuál es el halogenado ideal y con menor efecto depresor de la función cardiovascular (CV) en el receptor renal.

La disminución progresiva del índice de filtración glomerular (IFG) por debajo de 15 ml / min / 1.73m<sup>2</sup>, también conocida como enfermedad renal crónica terminal, por lo general da lugar a la iniciación de la terapia de remplazo renal, ya sea por hemodiálisis o diálisis peritoneal; siendo el TR una alternativa más para el paciente con ERCT.<sup>2, 3</sup> Los pacientes sometidos a TR presentan un reto para el anestesiólogo, tanto en relación con la ERCT como con su causa subyacente.<sup>4</sup>

Desde que se inicio el TR en México las estadísticas han cambiado, a pesar de su alta incidencia,

el pronóstico de los pacientes con ERCT ha mejorado, llegando actualmente a tener una mortalidad entre 20 a 30 % en diversas instituciones.<sup>5</sup>

La prevalencia de nefropatía diabética se ha duplicado en los últimos diez años; la enfermedad CV en pacientes con ERCT representa más del 50 % de las muertes en este grupo de pacientes.<sup>6</sup> Después de un TR las enfermedades CV y las infecciones dominan durante el primer año, a partir de entonces las enfermedades CV son la causa más importante de mortalidad, seguidas de los procesos infecciosos y los tumores malignos. Aproximadamente el 27 % de los pacientes sometidos a TR tienen un episodio de rechazo renal agudo durante los primeros tres meses, sólo el 1 – 2 % de estos injertos se pierden, pero la mortalidad por enfermedad CV aumenta a medida que se incrementa el tratamiento para el rechazo agudo.<sup>7, 8</sup>

Rabbat et al reportaron riesgos relativos mayores para infarto al miocardio y muerte cardiaca en el primer año (2.68 y 3.95 respectivamente) en pacientes diabéticos sometidos a TR en comparación con los no diabéticos (0.8 y 0.7 respectivamente).<sup>9</sup>

Yigla et al encontraron una incidencia elevada (40 %) de hipertensión pulmonar en candidatos para TR que recibían hemodiálisis en comparación con el grupo que recibía diálisis peritoneal. Después del TR, las presiones pulmonares disminuyeron a cifras normales en la mayoría de los pacientes.<sup>10</sup>

La función del injerto está directamente influenciada por la presión de perfusión al órgano trasplantado. Los objetivos generales del manejo transanestésico son: mantener a los pacientes bien perfundidos, mantener una adecuada presión arterial media y un aporte óptimo de líquidos. La presión venosa central (PVC) ideal en el punto de reperfusión ha sido objeto de debate, anteriormente se recomendaba una carga de líquidos agresiva con PVC mayores a 16 mmHg. Actualmente los estudios evidencian que PVC entre 9 – 12 mmHg ofrecen buenos resultados a la función del injerto, pero con la ventaja de un menor riesgo por sobrecarga de volumen.<sup>11, 12, 4</sup>

En la literatura mundial existen pocos estudios que demuestran las ventajas a nivel CV de usar un gas anestésico sobre otro en pacientes sometidos a TR. En México no se tiene registro de estudios encaminados a valorar la depresión miocárdica generada tras el uso de un gas anestésico en el receptor renal. Dicha depresión miocárdica tendría que ser evaluada por datos clínicos y de laboratorio que sugieran la presencia de insuficiencia cardiaca (IC) en el trans ó post-operatorio inmediato.

Todos los anestésicos inhalados han sido estudiados en pacientes trasplantados. Teóricamente, la liberación de fluoruro inorgánico nefrotóxico (compuesto A) hace que enflurano y sevoflurano sean los halogenados menos deseables. Tanto el isoflurano como el desflurano son menos susceptibles de ser metabolizados, por lo que es poco probable que se observen cifras altas de ion flúor tras su administración. Además de que ambos contienen mayor cantidad de flúor en su molécula siendo muy resistentes al metabolismo hepático, lo cual explica la mínima liberación de fluoruro inorgánico durante la anestesia.<sup>13</sup>

El isoflurano se sintetizó en 1971 y su comercialización se inició a comienzos de la década de los 80. Es un metil-etil-éter halogenado, isómero del enflurano. A temperatura ambiente es un líquido transparente, no inflamable, con olor etéreo y poco irritante. Tiene una CAM de 1.2%, lo que indica que tiene una buena potencia anestésica. Presenta una solubilidad intermedia, con un coeficiente de partición sangre/gas de 1,4. Tiene una biotransformación hepática de 0,2 %. A nivel del sistema cardiovascular disminuye la resistencia vascular sistémica, aumenta la frecuencia cardíaca y es un vasodilatador importante a nivel coronario, disminuyendo el consumo de oxígeno miocárdico con un efecto depresor directo sobre la contractibilidad miocárdica. A nivel cerebral disminuye el consumo de oxígeno a nivel cerebral con efecto protector encefálico. A nivel neuromuscular relaja el músculo esquelético. Se elimina de forma inalterada a través de la vía pulmonar y en forma de metabolitos (trifluoracético, FI, Cl) a través del riñón. Su biotransformación es insuficiente para causar nefrotoxicidad tiene una producción de flúor inorgánico de menos de 5 micromoles/l, y contiene un cantidad de 5 átomos de flúor.<sup>14, 15</sup>

El desflurano, que es un difluorometil flúor 2-2-2 trifluoro etil éter, se empleó, por primera vez en Londres, en 1988. Es un líquido volátil su punto de ebullición es de 23,5°C y su presión de vaporización a 20 °C es de 652. El coeficiente de partición sangre/gas es de 0,42, el cual es el más bajo de todos los anestésicos inhalatorios utilizados. El hecho de que la concentración alveolar del gas se aproxima mucho más rápidamente a la concentración inspirada, permite un inicio de acción más rápido. A su vez, la eliminación es más rápida. El coeficiente aceite/gas 18,7 es el más bajo de los anestésicos inhalatorios. El valor de CAM del desflurano es de 6 %. El metabolismo a nivel hepático es tan sólo del 0,02%. <sup>16</sup>

A nivel del sistema cardiovascular se ha comprobado que el aumento de la concentración inspirada de desflurano ocasiona un aumento de la actividad simpática, produce menos depresión miocárdica que los demás anestésicos y no sensibiliza el miocardio a la acción de las catecolaminas. Produce un descenso de las resistencias vasculares sistémicas, al tiempo que aumenta la frecuencia cardiaca y no se modifica el gasto cardiaco. A nivel del sistema respiratorio el desflurano produce un aumento de la frecuencia respiratoria y una reducción del volumen circulante que es dosis-dependiente. A concentraciones inspiratorias altas es un irritante potente de la vía aérea, por lo que no debe utilizarse en la inducción anestésica. A nivel cerebral disminuye la resistencia vascular cerebral, aumenta el flujo sanguíneo y se relaciona con incremento de la presión intracraneal, produce vasoconstricción cerebral al disminuir la tasa metabólica de oxígeno.

El desflurano es un anestésico muy seguro en insuficiencia renal crónica, y su biotransformación es insuficiente para causar nefrotoxicidad tiene una producción de flúor inorgánico de menos de 5 micromoles/l y contiene un cantidad de 6 átomos de flúor. <sup>17</sup>

El isoflurano ha mostrado reducir los niveles de ciclosporina, aparentemente a través de disminución de la absorción intestinal.<sup>18</sup> El desflurano puede ser una alternativa útil, pero la experiencia de su uso en pacientes con trasplante es todavía limitada.<sup>13</sup> La biodegradación del desflurano no aumenta la concentración de compuesto A. Del mismo modo, el isoflurano no tiene propiedades nefrotóxicas. Litz et al en un ensayo clínico en pacientes tratados con desflurano ó

isoflurano que presentaban IFG disminuidos previos a la cirugía no encontraron diferencias significativas en la función renal postoperatoria.<sup>19, 20</sup>

El pre-acondicionamiento isquémico (PI) es un fenómeno que se pone en evidencia cuando breves períodos de isquemia y reperfusión alternados (que no producen infarto por su corta duración), son seguidos de un prolongado período de isquemia para producir la necrosis del miocardio.<sup>21</sup> La aparición del infarto se retrasa pero no se previene la necrosis. El PI es un fenómeno principalmente desencadenado por estímulo de receptores de membrana (receptor de adenosina A1 así como receptores acoplados a proteína Gi).<sup>22, 23</sup>

Durante la isquemia el miocardio libera opioides, noradrenalina, adenosina y bradiquinina, los cuales actúan en sus receptores de forma autócrina y parácrina. El bloqueo de sólo un tipo de receptor incrementa el umbral isquémico para el desencadenamiento de la respuesta protectora, pero no logra una abolición de la misma.<sup>23</sup> El PI desencadena la activación de múltiples señales de supervivencia, si bien no se conoce con precisión a través de cuál mecanismo disminuye la apoptosis, la mitocondria parece jugar un rol central. La activación de la vía PI3K-Akt en el pre-acondicionamiento protege de la muerte por apoptosis.<sup>24</sup> Es posible inducir farmacológicamente esta protección, lo que ofrece una alternativa terapéutica potencialmente beneficiosa para reducir el daño miocárdico, sin los riesgos de generar isquemia para proteger el miocardio; esta estrategia se denomina pre-acondicionamiento farmacológico (PF).<sup>25</sup> La administración de anestésicos volátiles induce PF y su protección es de intensidad comparable al del PI, ejerciendo cardioprotección de forma aguda con un efecto memoria que dura más allá de su eliminación.<sup>26, 27</sup>

Esto sugiere que los anestésicos inducen cardioprotección a través de vías moleculares comunes al PI, con la ventaja de no requerir isquemia para inducir protección.

Existen estudios clínicos que han demostrado beneficios en el uso de anestésicos volátiles en el contexto de la cirugía cardíaca: menor liberación de troponina I y creatinquinasa-MB, disminución

en la liberación de péptido natriurético cerebral, mayor preservación de la función ventricular luego de cirugía y menor evidencia de daño miocárdico postoperatorio.<sup>28 - 32</sup>

El isoflurano y el desflurano son agentes anestésicos con propiedades fisicoquímicas diferentes, han sido utilizados en diferentes estudios y a diferente concentración, mostrando potencia distinta para pre acondicionar. Se desconoce cuáles son los mecanismos que explican estas diferencias. Se plantea que puede deberse en parte a particularidades fisicoquímicas de cada agente, utilización de concentraciones de anestésicos no comparables en los estudios, diferencia en la expresión de receptores acoplados a proteína G en los distintos modelos, alteración diferencial en el metabolismo del calcio intracelular y su efecto antiapoptótico, entre otros.<sup>33 - 36</sup>

Actualmente el Colegio Americano de Cardiología (ACC) y la Asociación Americana del Corazón (AHA) recomiendan en sus guías de manejo el uso de agentes halogenados para el mantenimiento anestésico durante cirugía no cardíaca en pacientes con riesgo CV a fin de lograr el PF y una reducción en la morbi-mortalidad. Dentro de los anestésicos volátiles recomendados están el isoflurano, el sevoflurano y el desflurano.<sup>37</sup>

En su estudio Umbrain et al no encontraron variaciones significativas entre los grupos de gases anestésicos (isoflurano, sevoflurano y desflurano) a los que midieron el gasto cardíaco en pacientes sometidos a endarterectomía carotídea. Así mismo, sugieren que el aumento de la actividad simpática que acompaña al uso de desflurano no parece afectar la fracción de eyección del ventrículo izquierdo durante la cirugía.<sup>38</sup>

La insuficiencia cardíaca (IC) es uno de los principales problemas de salud pública en países occidentales por su elevada morbi-mortalidad, así como por su alta tasa de incidencia y prevalencia.<sup>39</sup> En la actualidad, aproximadamente 5 millones de estadounidenses tienen diagnóstico de IC con 500 000 casos nuevos cada año; mientras que en la población europea, la prevalencia se estima entre el 0.4 y el 2 %.<sup>40, 41</sup>

La monitorización hemodinámica se realiza con mediciones de complejidad muy variada, desde valoraciones clínicas como es la simple observación del gasto urinario, estado de alerta o llenado capilar hasta la obtención de mediciones con dispositivos intravasculares, esofágicos o por ecografía. Dentro de la evaluación del estado hemodinámico, un componente esencial es la determinación del gasto cardíaco.<sup>42</sup>

El gasto cardíaco (GC) se define como la cantidad de sangre expulsada por el corazón por minuto expresada en litros/minuto. Se puede expresar como GC: volumen de eyección (Ve) x Frecuencia cardíaca (Fc).<sup>43</sup> El GC varía en función del grado de la actividad, metabolismo corporal, edad, tamaño del cuerpo, siendo en promedio para el adulto de 5l/min., y aproximadamente un 10-20 % menor en la mujer. Sin embargo, el concepto nos lleva más allá de comprender el fenómeno mecánico de bombeo de sangre desde el corazón a los tejidos. Implica un concepto de índole funcional donde un gasto cardíaco «adecuado» constituye la capacidad de transporte y perfusión que permitan preservar las funciones de los distintos aparatos y sistemas del organismo.<sup>44</sup>

En 1887, Fick describió el primer método para calcular el gasto cardíaco, basándose en el contenido arterial de oxígeno (CaO<sub>2</sub>), el contenido de oxígeno en la sangre venosa mixta (CvO<sub>2</sub>) y el consumo de oxígeno (VO<sub>2</sub>) según la siguiente fórmula:  $GC = VO_2 / (CaO_2 - CvO_2)$ . Desde que en los años 70 J.C. Swan y W. Ganz diseñaron el primer catéter de arteria pulmonar (Swan-Ganz) para el estudio hemodinámico y medición del gasto cardíaco por el método de termodilución, se han ido desarrollando hasta nuestros días otros métodos más o menos invasivos con el mismo objetivo: obtener parámetros similares a los obtenidos mediante el catéter de Swan-Ganz, pero con menos invasividad, menos riesgos y complicaciones para los pacientes. En los últimos años se han desarrollado nuevos métodos para la valoración del volumen sanguíneo y del GC en pacientes críticos y se han implantado nuevas tecnologías que han llegado a reemplazar el uso del catéter de la arteria pulmonar (CAP) en algunos ámbitos clínicos. Como principal ventaja de estos nuevos métodos hay que destacar que son menos invasivos que el CAP, que a pesar de todos estos

avances se sigue considerado el estándar para la medición del gasto cardíaco.<sup>43, 44</sup>

De forma ideal, la mejor tecnología para la estimación del GC, debería ser: no invasiva, continua, fiable, reproducible, cómoda tanto para el paciente como para el profesional, exacta y con los mínimos efectos secundarios. Hasta el momento, ninguna de las técnicas disponibles cumple todas estas características y la utilización de cada uno de los métodos va a depender fundamentalmente de su disponibilidad y de los conocimientos o aptitudes del profesional.<sup>43</sup> Las herramientas utilizadas más frecuentemente para calcular el GC incluyen: termodilución y litio dilución transpulmonar, métodos que calculan el volumen sanguíneo a partir del análisis de la morfología de la onda de presión arterial, y los menos invasivos, como los métodos que utilizan la técnica Doppler, o los que utilizan la biorreactancia torácica.<sup>43</sup> El sistema NICO fundamenta la medición del gasto cardíaco por una vía no vascular sino que se basa en los cambios en la relación existente entre eliminación de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y el CO<sub>2</sub> tele-espíatorio (ETCO<sub>2</sub>) tras un periodo breve de reinhalación de CO<sub>2</sub>. Es un sistema invasivo en cuanto que requiere intubación endotraqueal y ventilación mecánica. Este sistema está formado por una válvula y un bucle de reinhalación asociados, un sensor de flujo de gas, un sensor de infrarrojos de concentración de CO<sub>2</sub>, un pulsioxímetro y un computador que controla el funcionamiento de la válvula de reinhalación y realiza la medida del gasto cardíaco. El proceso de medida comienza por un periodo inicial de 60 segundos de no reinhalación seguido por otro de 50 segundos de reinhalación parcial en el que el paciente respira parte del CO<sub>2</sub> previamente espirado a través del bucle de reinhalación seguido por una fase final de estabilización de 70 segundos de duración de no reinhalación. La eliminación de CO<sub>2</sub> es calculada según el flujo de aire y la concentración de CO<sub>2</sub> medidos. El GC es calculado de acuerdo a una modificación de la ecuación de Fick ( $V_{CO_2} = CO \times (C_vCO_2 - C_aCO_2)$ ). El principio de Fick establece que la captación de una sustancia por un determinado órgano equivale al producto del flujo sanguíneo que recibe dicho órgano por la diferencia de la concentración arteriovenosa de la sustancia. Este principio es aplicable a cualquier sustancia por lo que dicha fórmula sería extrapolable a la producción de CO<sub>2</sub>  $CO = V_{CO_2} / (C_aCO_2 - C_vCO_2)$  que relaciona gasto cardíaco con eliminación de CO<sub>2</sub> (VO<sub>2</sub>) y la diferencia del contenido arteriovenoso

de CO<sub>2</sub> (CvCO<sub>2</sub> – CaCO<sub>2</sub>). Durante el periodo de reinhalación se produce un aumento en el contenido alveolar de CO<sub>2</sub> con aumento en la presión parcial de este forzando su paso a capilares alveolares y aumentando, por consiguiente, el contenido arterial de CO<sub>2</sub> (CaCO<sub>2</sub>). El contenido venoso de CO<sub>2</sub> (CvCO<sub>2</sub>) no cambia o lo hace mínimamente debido a que el CO<sub>2</sub> absorbido es poco en comparación a los almacenes corporales de CO<sub>2</sub>. La concentración de hemoglobina, PaCO<sub>2</sub>, FiO<sub>2</sub>, y PCO<sub>2</sub> forman parte de los parámetros a introducir en el monitor tras su calibración y puesta en marcha. La determinación del GC por fórmula constituye una alternativa para establecer la tendencia en el comportamiento del GC en pacientes con ventilación mecánica y volumen minuto constante.<sup>44, 42</sup>

El NICO es un método seguro, simple y exacto en la medición del gasto cardiaco y que es útil para el suministro de inotrópicos.<sup>45</sup>

El objetivo principal de la técnica anestésica es promover la diuresis y evitar el vasoespasmo de la arteria renal por lo que es importante que no se registren hipotensiones, bradicardias, arritmias, acidosis o alcalosis, insuficiencia cardiaca congestiva. Por lo anterior es de fundamental importancia la medición del gasto cardiaco para tener éxito en el buen funcionamiento del injerto utilizando nuevas técnicas de monitoreo anestésico.

El presente estudio tuvo la finalidad de comparar la estabilidad hemodinámica con el uso de Isoflurano versus Desflurano en pacientes sometidos a TR con medición de gasto e índice cardiaco en el transanestésico.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

¿En los pacientes sometidos a trasplante renal bajo anestesia general será menor el gasto y el índice cardiaco cuando se utiliza Isoflurano que cuando se utiliza Desflurano?

## **HIPÓTESIS**

En los pacientes sometidos a trasplante renal bajo anestesia general es menor el gasto y el índice cardiaco cuando se utiliza Isoflurano que cuando se utiliza Desflurano.

## **OBJETIVOS**

Demostrar que el gasto y el índice cardiaco es menor cuando se utiliza Isoflurano en comparación con Desflurano en pacientes sometidos a trasplante renal bajo anestesia general.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

- Diseño del estudio: ensayo clínico, controlado, aleatorizado y ciego simple.
  
- Universo de trabajo: de la población quirúrgica de la U.M.A.E. Hospital de Especialidades del C.M.N. Siglo XXI se captó una muestra de 42 pacientes de ambos sexos programados para trasplante renal de donador vivo y cadavérico.
  
- Período: 03 de julio de 2012 al 03 de diciembre de 2012.
  
- Selección de la muestra: se utilizó un muestreo probabilístico de tipo aleatorio simple.

## **DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES**

### **VARIABLES INDEPENDIENTES**

- Isoflurano: Anestésico inhalatorio de la familia de los éteres halogenados, con un CAM 50 % de 1.2 vol. %. Se administra vía inhalatoria mediante vaporizador y máquina de anestesia. Es una variable cualitativa nominal dicotómica.

- Desflurano: Anestésico inhalatorio de la familia de los éteres halogenados, con un CAM 50 % de 6 vol. %. Se administra vía inhalatoria mediante vaporizador y máquina de anestesia. Es una variable cualitativa nominal dicotómica.

### **VARIABLES DEPENDIENTES**

- Gasto cardiaco (GC): Es el volumen de sangre (en litros) que expulsa el corazón en un minuto. Se mide de manera indirecta mediante un sistema NICO. Es una variable cuantitativa de razón continua.

- Índice cardiaco (IC): Es el gasto cardiaco (en litros / minuto) por superficie corporal. Se mide de manera indirecta mediante un sistema NICO. Es una variable cuantitativa de razón continua.

### **TAMAÑO DE LA MUESTRA**

Se estimó de acuerdo a estudios citados en los antecedentes, en los cuales reportan un 33.7 % de variaciones en el gasto cardiaco en pacientes tratados con isoflurano versus un 73.7 % en pacientes tratados con desflurano.

Con un poder de prueba del 90 % y un alfa de 0.05 se obtuvo un tamaño de muestra de 21 pacientes por grupo dando un total de 42 pacientes, utilizando la siguiente fórmula:

$$n = \left( \frac{z_{\alpha} \sqrt{2p(1-p)} + z_{\beta} \sqrt{p_1(1-p_1) + p_2(1-p_2)}}{p_1 - p_2} \right)^2$$

Donde:

- $Z_{\alpha}$  es el valor Z correspondiente al riesgo  $\alpha$  fijado;
- $Z_{\beta}$  es el valor Z correspondiente al riesgo  $\beta$  fijado;
- $p_1$  es el valor de la proporción en el grupo control;
- $p_2$  es el valor de la proporción en el grupo experimental;
- $p$  es la media aritmética de las dos proporciones,  $p_1$  y  $p_2$  ( $p_1 + p_2/2$ ).

### **CRITERIOS DE SELECCIÓN**

### **CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

- Pacientes de cualquier sexo
- Pacientes mayores de 18 años con ERCT en protocolo de trasplante
- Pacientes programados para trasplante renal de donador vivo
- Pacientes programados para trasplante renal de donador cadavérico
- Pacientes con estado físico ASA III y IV
- Pacientes que acepten participar en el estudio

### **CRITERIOS DE NO INCLUSIÓN**

- Pacientes menores de edad
- Pacientes con una fracción de eyección del ventrículo izquierdo menor al 20 %
- Pacientes que hayan cursado con datos de choque en las 48 horas previas
- Pacientes que requieran apoyo de aminas previo al acto anestésico
- Pacientes que requieran apoyo ventilatorio previo al acto anestésico
- Pacientes con edema agudo pulmonar
- Antecedentes personales o familiares de hipertermia maligna
- Que el paciente no acepte la técnica anestésica
- Que el paciente decida no participar en el estudio

### **CRITERIOS DE ELIMINACIÓN**

- Alergia a cualquier medicamento usado en el transoperatorio o al tipo de anestésico inhalado
- Que el paciente decida no participar más en el estudio
- Fallo en la técnica que motive el cambio de técnica anestésica
- Choque transoperatorio
- Muerte transoperatoria
- Complicaciones agudas transoperatorias que repercutan sobre la mecánica pulmonar y / ó el gasto e índice cardiaco

### **PROCEDIMIENTOS**

Previa autorización del Comité Local de Investigación del Hospital de Especialidades “Bernardo Sepúlveda Gutiérrez” del Centro Médico Nacional Siglo XXI, se captó a los pacientes de la programación diaria de cirugía, se visitaron a los pacientes programados para trasplante renal de donador vivo y cadavérico en la Unidad de Trasplante Renal (UTR) y se revisó el expediente para determinar si cumplen con los criterios de inclusión. Se les realizó una valoración pre anestésica

detallada. Posteriormente se les explicó con detalle y a su entera satisfacción el procedimiento anestésico propuesto, los beneficios que se han encontrado con la administración de uno u otro agente anestésico inhalatorio, así como la estabilidad hemodinámica que cada uno ofrece; dándoles a firmar una carta de consentimiento informado. Al día siguiente, antes de entrar a sala de quirófano, se realizó la asignación de los sujetos a los grupos de estudio de manera aleatoria a través de un sorteo de ánfora para formar dos grupos de 21 pacientes cada uno: Grupo Isoflurano (grupo I) y Grupo Desflurano (grupo D).

En sala de quirófano se realizó monitoreo invasivo y no invasivo a cada paciente con: oximetría de pulso (SpO<sub>2</sub>), electrocardiograma de cinco derivaciones (EKG), baumanómetro digital para medir presión arterial no invasiva (PANI), termómetro digital para medición de temperatura (Temp), capnografía (ETCO<sub>2</sub>), espirometría, canulación de arteria radial (previa prueba de Allen para verificar la correcta circulación colateral de la mano elegida) para medir presión arterial media (PAM) y determinación de gases arteriales y / ó venosos, determinación de oxígeno y gases anestésicos inspirados y espirados, medición de la presión venosa central (PVC) por catéter central subclavio, sonda vesical, índice biespectral (BIS), tren de cuatro (TOF), medición de gasto cardiaco (GC), índice cardiaco y volumen sistólico mediante un equipo NICO en 3 momentos (a la inducción anestésica, predespinzamiento y postdespinzamiento).

Las mediciones basales (T0) se realizó antes de pre oxigenar al paciente con mascarilla facial con fracción inspirada de oxígeno al 100 % durante 5 minutos. Las mediciones subsecuentes fueron: Post inducción (T1), pre despinzamiento del injerto renal (T2), post despinzamiento del injerto renal (T3), post extubación (T4) y a su llegada a UTR (T5). Se realizó el protocolo anestésico descrito en el Apéndice 1 a todos los pacientes.

El mantenimiento anestésico se llevó a cabo de la siguiente manera: Los pacientes del Grupo I recibieron Isoflurano entre 1.1 – 1.3 vol. % + oxígeno al 100 % a 3 litros / minuto, fentanilo en infusión IV, cisatracurio IV fraccionado (los dos fármacos anteriores de acuerdo a las necesidades

del paciente, para lograr un plano anestésico que permitió realizar las maniobras quirúrgicas sin dolor con BIS entre 40 – 50 y un TOF entre 20 – 30 %). Los pacientes del Grupo D recibieron Desflurano entre 6 – 6.5 vol. % + oxígeno al 100% a 3 litros minuto, fentanilo en infusión IV, cisatracurio IV fraccionado (los dos fármacos anteriores de acuerdo a las necesidades del paciente, para lograr un plano anestésico que permitió realizar las maniobras quirúrgicas sin dolor con BIS entre 40 – 50 y un TOF entre 20 – 30 %).

El mantenimiento con gas anestésico sólo se permitió con isoflurano de 1.1 a 1.3 vol. % y para desflurano de 6 a 6.5 vol. % sin incrementos posteriores.

La administración de líquidos, tanto de soluciones cristaloides (Na Cl 0.9%), coloides (Gelatinas 4% 10 ml/kg, hidroxietil almidón 6% 10ml/kg, albúmina humana 40gr) y hemoderivados (concentrados eritrocitarios y plasmas frescos congelados) estuvo pautada por los siguientes parámetros: PAM (90-110 mm Hg), PVC (12-18 mm Hg), gases arteriales (pH 7.35-7.45), uresis, sangrado y estimación de requerimientos hídricos basales. A la totalidad de los pacientes se les administró Dopamina en infusión IV (entre 3 – 7 mcg / kg / min), manitol 1 g / kg IV y furosemide 2 mg / kg IV. Como medicación complementaria se uso en ambos grupos, antiemético: ondansetrón 100 mcg / kg IV; analgésicos: clonixinato de lisina 2 mg / kg IV y paracetamol 15 mg / kg IV, esteroide: metilprednisolona 500 mg IV. No se administró ningún otro vasopresor ni inotrópico.

Para cegar el estudio, se tomaron las mediciones del gasto e índice cardiaco por medio de un equipo NICO, el cual, es operador independiente. El resto de las variables a medir fueron obtenidas en el transcurso del periodo transanestésico con el monitoreo antes mencionado.

La recuperación anestésica, fue en forma espontánea y por lisis metabólica gradual en todos los casos. Se aspiró gentilmente secreciones. Se extubó con BIS mayor a 95, TOF mayor a 90 % y la completa recuperación del automatismo ventilatorio. Los pacientes pasaron directamente a la UTR donde se continuó con su estrecha vigilancia. Se les dió seguimiento hasta su egreso hospitalario.

## **ANÁLISIS ESTADÍSTICO.**

Los datos obtenidos se expresan en promedios y desviación estándar para variables cuantitativas, y medianas y centiles para variables cualitativas. Previa pruebas de normalidad se usaron análisis paramétrico o no paramétrico contrastando diferencias con T de Student, U de Manwhitney, análisis de varianza de dos factores, se considera significativa  $p \leq 0.05$ .

## **CONSIDERACIONES ÉTICAS.**

El presente estudio cuenta con la aprobación del Comité Local de Investigación, además, nos ajustamos a las normas éticas que dicta la Declaración de Helsinki en la 59ª Asamblea General llevada a cabo en Seúl, Corea en octubre de 2008; así como a lo dictaminado por la Ley General de Salud y al Reglamento de la Ley General de Salud en materia de experimentación en seres humanos, a las Normas Oficiales Mexicanas, a la Ley del Instituto Mexicano del Seguro Social (I.M.S.S.), a la Norma para la Investigación en Salud del I.M.S.S., a la Ley de Ciencia y Tecnología y a la Ley de la Propiedad Industrial. Las técnicas anestésicas propuestas en este protocolo están científicamente aceptadas y han sido ampliamente utilizados a nivel nacional e internacional. Las mediciones que se realizaron son parte de la monitorización que requiere un paciente anestesiado, por lo que no se les someterá a ningún riesgo adicional con motivo de la investigación. Se utilizaron, medicamentos ya aprobados por la literatura médica, lo cual está sustentado en la medicina basada en evidencias. Diversos estudios avalan el uso de Isoflurano y Desflurano como agentes inhalatorios para el mantenimiento anestésico del paciente sometido a trasplante renal, lo anterior debido a su poca o nula eliminación renal y a la estabilidad hemodinámica mostrada con ambos gases. Tanto el Isoflurano como el Desflurano son fármacos pertenecientes al cuadro básico del I.M.S.S. Se solicitó la autorización verbal y por escrito del paciente para participar en la investigación a través del consentimiento informado. Los resultados obtenidos en el presente estudio son estrictamente confidenciales y su uso es exclusivamente con fines académicos.

## **RECURSOS HUMANOS**

Investigadores y asesores; así como personal médico y de enfermería que labora en el Hospital de Especialidades “Bernardo Sepúlveda Gutiérrez” del Centro Médico Nacional Siglo XXI, perteneciente al Instituto Mexicano del Seguro Social.

## **RECURSOS MATERIALES**

- Máquina de anestesia marca Datex – Ohmeda con circuito semi cerrado, absorbedor de bióxido de carbono, ventilador mecánico y monitor con dispositivos invasivos y no invasivos
- Laringoscopio con hojas Macintosh 3 y 4
- Tubos endotraqueales 6, 6.5, 7, 7.5, 8, 8.5 y 9 mm DI
- Guías flexibles para intubación
- Cánulas orofaríngeas
- Circuito anestésico
- Bombas de infusión
- Equipos para bomba de infusión
- Equipo de monitoreo para gasto cardíaco NICO
- Equipo analizador de gases arteriales
- Tubos lila para muestra de sangre
- Desflurano frasco con 240 ml
- Isoflurano frasco con 100 ml
- Fentanilo ampulas 0.5 mg
- Propofol ampulas 200 mg
- Cisatracurio ampulas 10 mg
- Dopamina ampulas 200 mg
- Furosemide ampulas 20 mg

- Manitol frasco 50 g
- Gluconato de calcio ampulas 1 g
- Bicarbonato de sodio ampulas frasco 45 mEq
- Heparina frasco 10000 U.I.
- Lidocaína 1% frasco 500 mg
- Hidrocortisona frasco 100 mg
- Metilprednisolona frasco 500 mg
- Atropina ampulas 1 mg
- Adrenalina ampulas de 1 mg
- Ondansetrón ampulas 8 mg
- Metamizol ampulas 1 g
- Paracetamol frasco 1g
- Soluciones NaCl 0.9 % de 1000 ml
- Soluciones NaCl 0.9 % de 250 ml
- Soluciones Hartmann de 1000 ml
- Soluciones de Almidón 6 % de 500 ml
- Soluciones de Gelatina 4 % de 500 ml
- Paquetes globulares
- Plasmas frescos congelados
- Equipos de venoclisis con normogotero
- Equipos de venoclisis con microgotero
- Llaves de tres vías
- Equipos de transfusión de hemoderivados
- Catéteres Punzocat calibre 14, 16, 18 y 20 G
- Agujas hipodérmicas número 20
- Jeringas de 1, 3, 5, 10 y 20 ml
- Torundas alcoholadas
- Ligadura

- Gasas estériles
- Tela adhesiva
- Sala de quirófano
- Carro rojo de paro con desfibrilador
- Hojas de registro anestésico
- Hojas en blanco
- Hojas impresas para captura de datos
- Hojas impresas de consentimiento informado
- Computadora con los siguientes programas: Microsoft Word, Microsoft Excel e IBM SPSS

#### Statistics

- Impresora
- Lápices, plumas y gomas

## RESULTADOS

Se estudiaron un total 42 pacientes sometidos a anestesia general para trasplante renal en un periodo de 5 meses, divididos en dos grupos, el grupo I con 21 pacientes a los cuales recibieron Isoflurano y 21 en el grupo D los cuales recibieron Desflurano. Dentro de los datos demográficos de los pacientes no se encontró diferencia estadística en cuanto al sexo, la edad, el peso, la talla, el índice de masa corporal, el área de superficie corporal ni el estado físico: en cuanto al sexo, para ambos grupos, femeninos 19 (45.20%) y 23 (54.80%) masculinos; 9 (42.9%) femeninos y 12 (57.1%) masculinos para el grupo I; 10 (47.6%) femeninos y 11 (52.4%) masculinos para el grupo D ( $p= 0.757$ ); la edad (años) de  $30.76 \pm 10.43$  vs  $32.43 \pm 10.74$  ( $p= 0.613$ ) para el grupo I y grupo D respectivamente; el peso (kilogramos) de  $58.43 \pm 12.00$  vs  $61.38 \pm 9.64$  ( $p= 0.385$ ) para el grupo I y grupo D respectivamente; la talla (metros) de  $1.61 \pm 0.10$  vs  $1.61 \pm 0.08$  ( $p= 0.858$ ) para el grupo I y grupo D respectivamente; el índice de masa corporal ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) de  $22.37 \pm 3.32$  vs  $23.52 \pm 3.73$  ( $p= 0.296$ ) para el grupo I y grupo D respectivamente; el área de superficie corporal ( $\text{m}^2$ ) de  $1.61 \pm 0.20$  vs  $1.65 \pm 0.14$  ( $p= 0.458$ ) para el grupo I y grupo D respectivamente. El estado físico, en ambos grupos fue ASA III en 39 (92.9%) y 3 (7.1%) ASA IV; ASA III: 19 (90.5%) vs 20 (95.2%) para el grupo I y grupo D respectivamente; ASA IV 2 (9.5%) vs 1 (4.8%) para el grupo I y grupo D respectivamente ( $p= 0.549$ ). Mostrando con lo anterior muestras homogéneas. (Tabla 1).

**TABLA 1. DATOS DEMOGRÁFICOS DE LOS PACIENTES POR GRUPOS**

|                                | <b>ISOFLURANO</b>    | <b>DESFLURANO</b>    | <b>P<sup>^</sup></b> |
|--------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                                | <b>N = 21</b>        | <b>N = 21</b>        |                      |
| <b>Sexo <sup>+</sup></b>       |                      |                      |                      |
| <b>Mujeres</b>                 | <b>43% (9)</b>       | <b>48% (10)</b>      | <b>NS</b>            |
| <b>Hombres</b>                 | <b>57% (12)</b>      | <b>52% (11)</b>      | <b>NS</b>            |
| <b>Edad (años)<sup>ˆ</sup></b> | <b>30.76 ± 10.43</b> | <b>32.43 ± 10.74</b> | <b>NS</b>            |
| <b>Peso (kg)<sup>ˆ</sup></b>   | <b>58.43 ± 12.00</b> | <b>61.38 ± 9.64</b>  | <b>NS</b>            |
| <b>Talla (metros)*</b>         | <b>1.61 ± 0.10</b>   | <b>1.61 ± 0.08</b>   | <b>NS</b>            |
| <b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)*</b> | <b>22.37 ± 3.37</b>  | <b>23.52 ± 3.73</b>  | <b>NS</b>            |
| <b>SC (m<sup>2</sup>)*</b>     | <b>1.61 ± 0.20</b>   | <b>1.65 ± 0.14</b>   | <b>NS</b>            |
| <b>ASA<sup>+</sup></b>         |                      |                      |                      |
| <b>III</b>                     | <b>19 (90.5%)</b>    | <b>20 (95.2%)</b>    | <b>NS</b>            |
| <b>IV</b>                      | <b>2 (9.5%)</b>      | <b>1 (4.8%)</b>      | <b>NS</b>            |

<sup>ˆ</sup>Datos mostrados en media y desviación estándar. Análisis estadístico T de Student para muestras independientes. <sup>+</sup>Datos mostrados en

frecuencia y proporciones. Análisis Chi cuadrada. <sup>^</sup>p< .05 significancia estadística.

En cuanto a la etiología de la enfermedad crónica terminal de la población capturada la causa más común fue etiología no determinada con 23 pacientes (54.8%), seguida de la hipoplasia renal 7 pacientes (16.7%), malformación de vías urinarias 3 pacientes (7.1%), lupus eritematosos sistémico 3 pacientes (7.1%), hipertensión arterial 2 pacientes (4.8%), hipertensión arterial mas diabetes mellitus tipo 1 2 pacientes (4.8%), preeclampsia 1 paciente (2.4%) y reflujo vesico-ureteral 1 paciente (2.4%).(Gráfico 1)

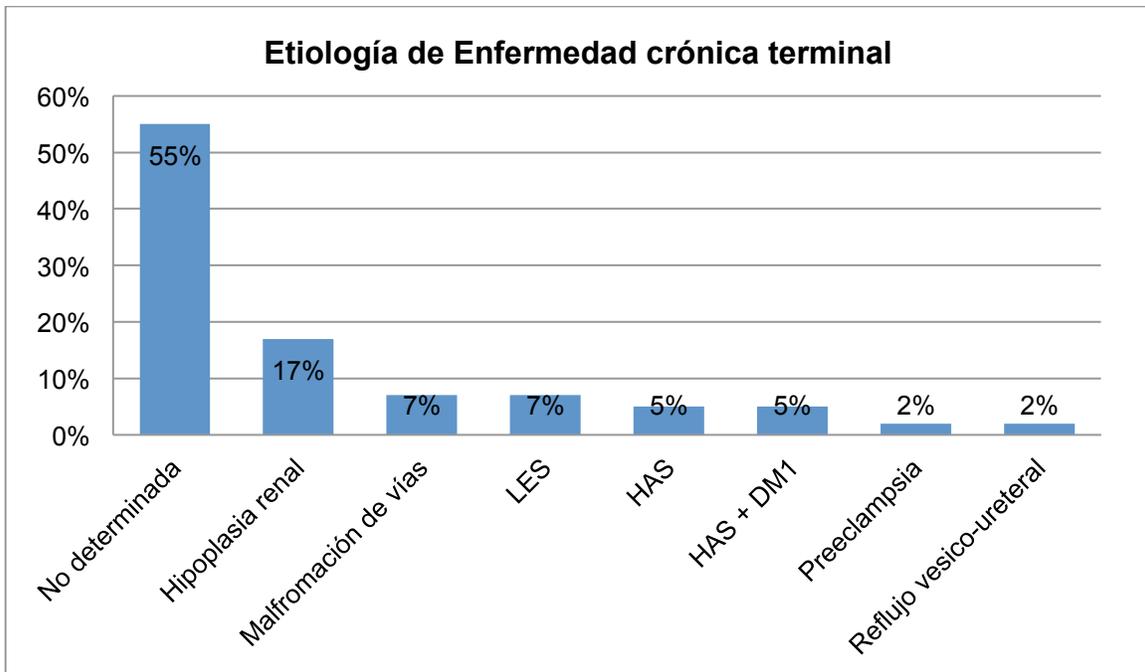


Gráfico 1. Población general. Datos mostrados en porcentaje.

Dentro del grupo I las causas de enfermedad crónica terminal fueron no determinada con 13 pacientes (61.9%), seguida de la hipoplasia renal 2 pacientes (9.5%), malformación de vías urinarias 2 pacientes (9.5%), lupus eritematosos sistémico 1 paciente (4.8%), hipertensión arterial 1 paciente (4.8%), hipertensión arterial mas diabetes mellitus tipo 1 1 paciente (4.8%), preeclampsia 1 paciente (4.8%). En grupo D las causas de enfermedad crónica terminal fueron no determinada con 10 pacientes (47.6%), seguida de la hipoplasia renal 5 pacientes (23.8%), malformación de vías urinarias 1 paciente (4.8%), lupus eritematosos sistémico 2 pacientes (9.5%), hipertensión arterial 1 paciente (4.8%), hipertensión arterial mas diabetes mellitus tipo 1 1 paciente (4.8%), y reflujo vesico-ureteral 1 paciente (4.8%). (Gráfico 2)

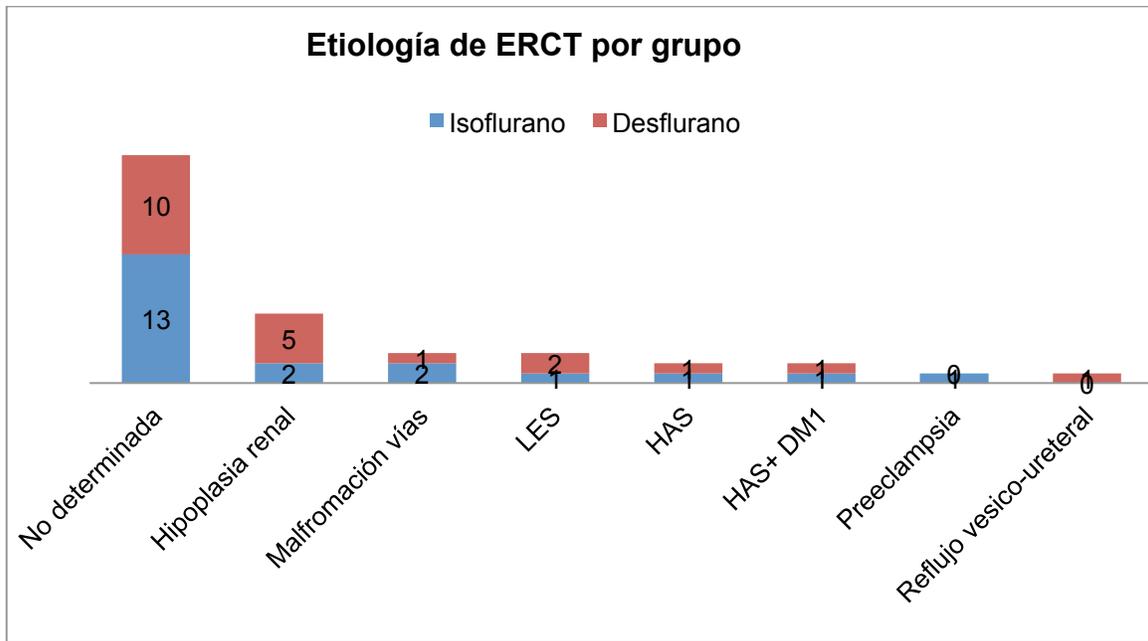


Gráfico 2. Número de casos por grupo.

De acuerdo al tipo de donador, se tuvieron 14 pacientes (67%) de donador vivo y 7 pacientes (33%) de donador cadavérico en cada uno de los grupos, por lo que, la aleatorización mostró homogeneidad en ambos. (Gráfico 3)

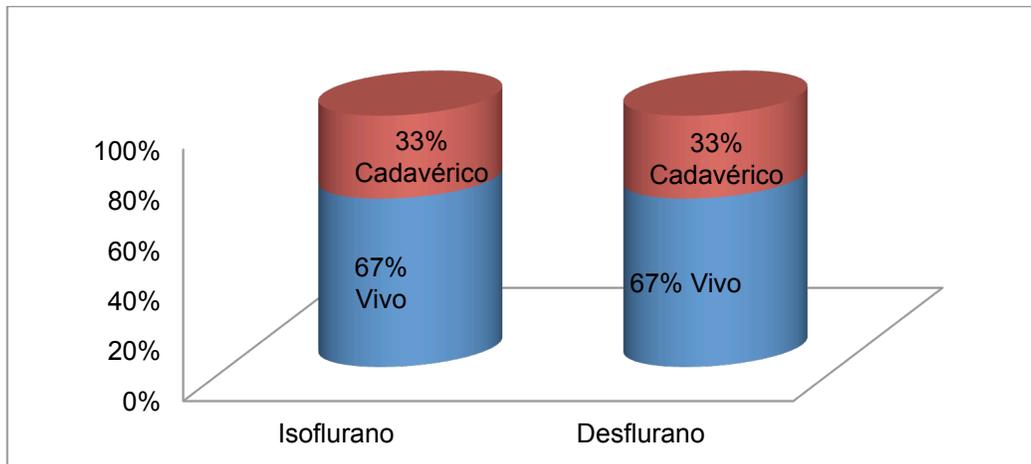


Gráfico 3. Porcentaje por grupo.

Los resultados de la variables se muestran desglosados en 6 tiempos: mediciones basales (T0), post inducción (T1), pre despinzamiento del injerto renal (T2), post despinzamiento del injerto renal (T3), post extubación (T4) y a su llegada a UTR (T5).

Dentro de los parámetros de gasto cardiaco e índice cardiaco se observó diferencia estadística en GC T3  $8.47 \pm 2.86$  vs  $11.43 \pm 3.13$  ( $p= 0.003$ ), IC T3  $5.24 \pm 1.70$  vs  $6.86 \pm 1.85$  ( $p= 0.005$ ) para el grupo I y grupo D respectivamente, correlacionándose entre ambos grupos. No se observó diferencia estadística en GC T1  $6.97 \pm 2.16$  vs  $7.23 \pm 2.14$  ( $p= 0.696$ ), IC T1  $4.33 \pm 1.30$  vs  $4.34 \pm 1.25$  ( $p= 0.990$ ), GC T2  $7.90 \pm 2.56$  vs  $9.19 \pm 2.07$  ( $p= 0.081$ ), IC T2  $4.86 \pm 1.48$  vs  $5.53 \pm 1.31$  ( $p= 0.129$ ) para el grupo I y grupo D respectivamente. (Gráfico 4 y 5)

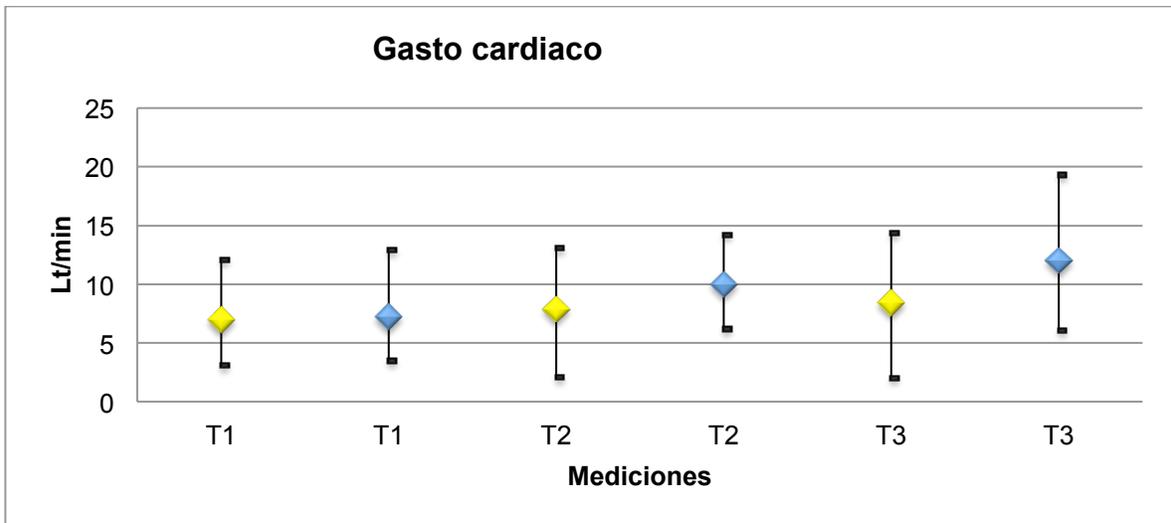


Gráfico 4. Representa el valor expresado en medias  $\pm$  desviación estándar del gasto cardiaco. Los rombos amarillos representan al grupo I y los azules al grupo D.

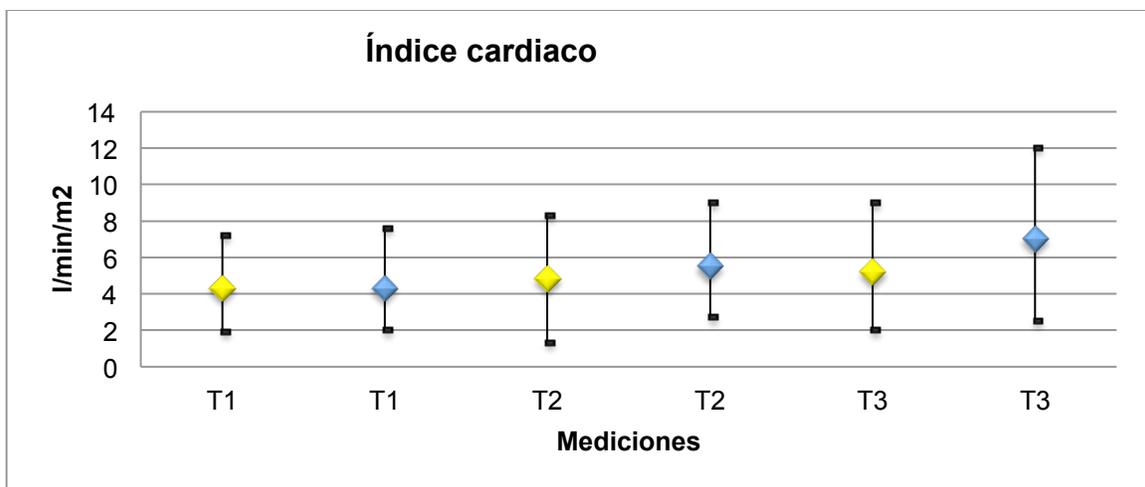


Gráfico 5. Representa el valor expresado en medias  $\pm$  desviación estándar del índice cardiaco. Los rombos amarillos representan al grupo I y los azules al grupo D.

La presión arterial sistólica mostró diferencia estadística en los tiempos T1  $132.90 \pm 15.37$  vs  $115.24 \pm 23.75$  ( $p= 0.007$ ) y T2  $151.48 \pm 14.24$  vs  $136.71 \pm 19.94$  ( $p= 0.009$ ) para el grupo I y grupo D respectivamente, no mostró diferencia estadística en los demás tiempos descritos a continuación T0  $149.76 \pm 17.50$  vs  $156.04 \pm 22.83$  ( $p= 0.323$ ), T3  $151.90 \pm 15.81$  vs  $141.24 \pm 27.07$  ( $p= 0.127$ ),

T4  $147.71 \pm 15.75$  vs  $145.19 \pm 19.03$  ( $p= 0.642$ ), T5  $148.57 \pm 17.87$  vs  $142.33 \pm 20.17$  ( $p= 0.295$ ) para el grupo I y grupo D respectivamente. En la presión arterial diastólica mostró diferencia estadística en los tiempos T1  $77.24 \pm 11.74$  vs  $65.00 \pm 13.73$  ( $p= 0.003$ ), T2  $82.52 \pm 10.18$  vs  $70.05 \pm 12.22$  ( $p= 0.001$ ), T3  $84.52 \pm 7.35$  vs  $72.43 \pm 10.62$  ( $p=0.000$ ) para el grupo I y grupo D respectivamente; no se observó diferencia estadística en los demás tiempos: T0  $95.57 \pm 11.38$  vs  $93.67 \pm 16.80$  ( $p= 0.669$ ), T4  $84.62 \pm 8.50$  vs  $79.76 \pm 13.56$  ( $p= 0.172$ ), T5  $85.52 \pm 9.21$  vs  $81.76 \pm 15.31$  ( $p= 0.341$ ) para el grupo I y grupo D respectivamente. La presión arterial media presentó diferencia estadística en tres de sus tiempos: T1  $96.48 \pm 12.95$  vs  $81.76 \pm 15.29$  ( $p= 0.002$ ), T2  $104.48 \pm 8.53$  vs  $91.62 \pm 13.20$  ( $p = 0.001$ ), T3  $106.48 \pm 5.87$  vs  $94.67 \pm 12.36$  ( $p= 0.000$ ) para el grupo I y grupo D respectivamente; no se observó diferencia estadística en las demás mediciones: T0  $115.47 \pm 12.10$  vs  $116.47 \pm 18.36$  ( $p= 0.836$ ), T4  $105.48 \pm 8.59$  vs  $102.52 \pm 13.12$  ( $p= 0.394$ ), T5  $106.38 \pm 10.54$  vs  $101.95 \pm 15.16$  ( $p= 0.279$ ) para el grupo I y grupo D respectivamente. (Gráfico 6, 7 y 8)

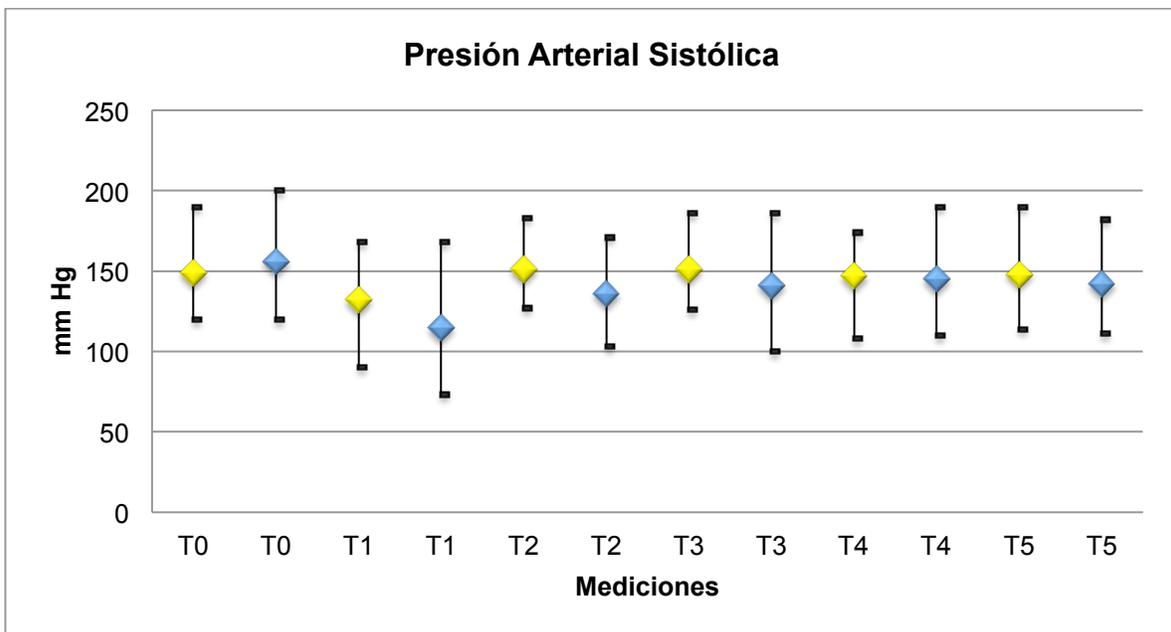


Gráfico 6. Representa el valor expresado en medias  $\pm$  desviación estándar de la presión arterial sistólica. Los rombos amarillos representan al grupo I y los azules al grupo D.

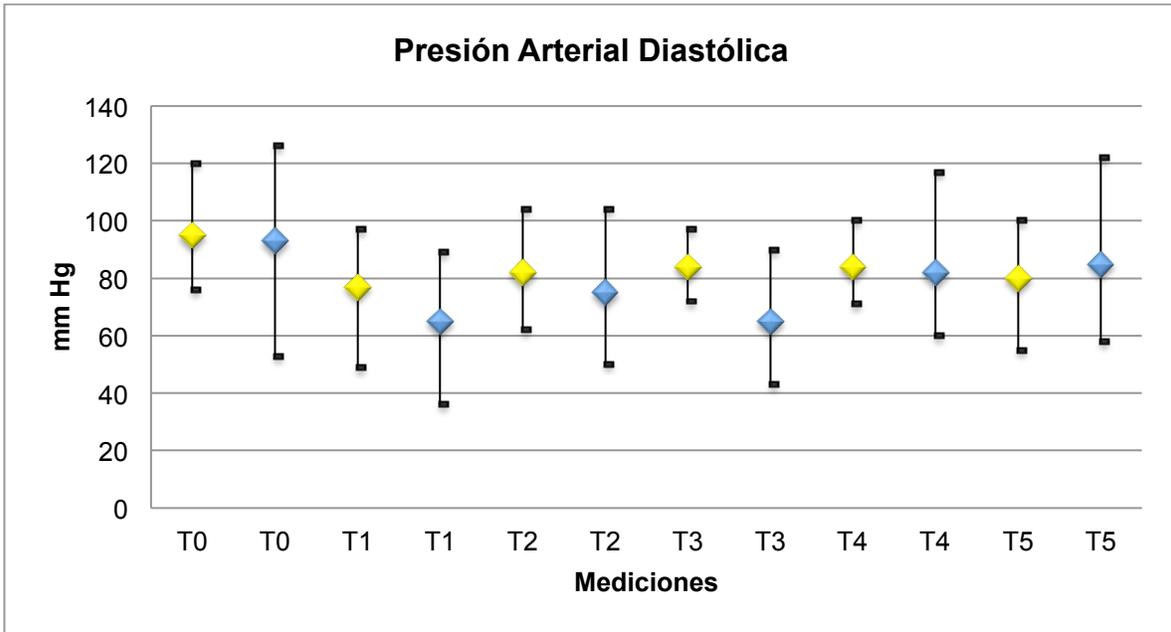


Gráfico 7. Representa el valor expresado en medias  $\pm$  desviación estándar de la presión arterial diastólica. Los rombos amarillos representan al grupo I y los azules al grupo D.

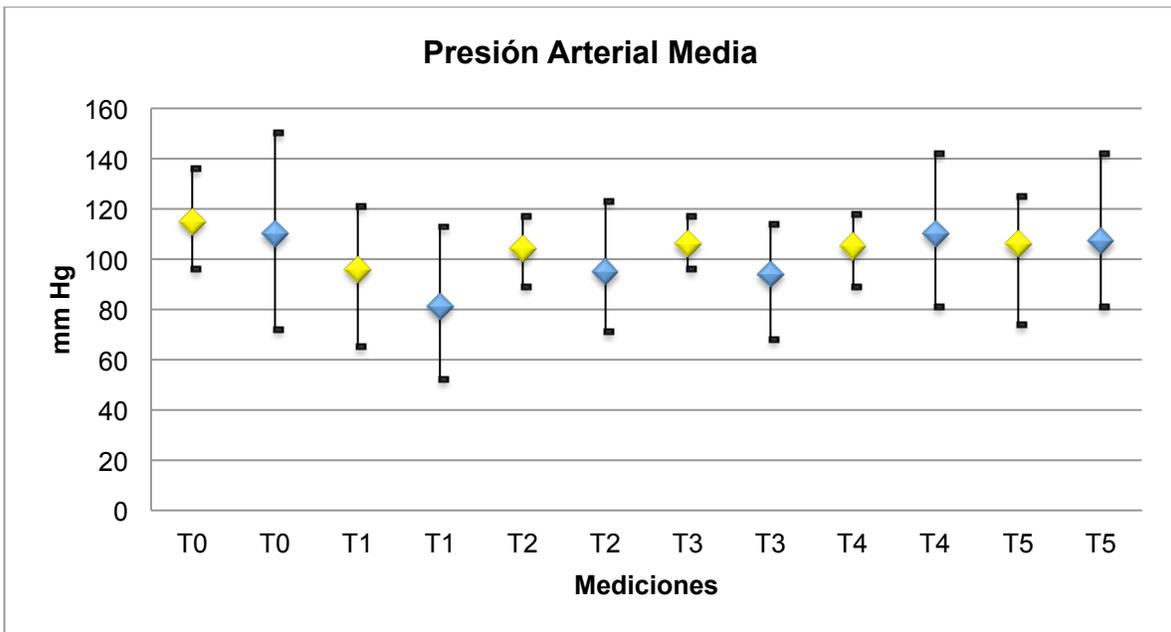


Gráfico 8. Representa el valor expresado en medias  $\pm$  desviación estándar de la presión arterial media. Los rombos amarillos representan al grupo I y los azules al grupo D.

Con respecto a la presión venosa central se observó diferencia estadística en T2  $14.43 \pm 5.10$  vs  $18.52 \pm 3.40$  ( $p= 0.004$ ), T3  $12.67 \pm 4.46$  vs  $18.29 \pm 4.55$  ( $p= 0.000$ ), T4  $11.43 \pm 3.62$  vs  $15.71 \pm 5.11$  ( $p= 0.003$ ), T5  $10.67 \pm 4.93$  vs  $15.52 \pm 5.65$  ( $p= 0.005$ ) para el grupo I y grupo D respectivamente; no se observó diferencia en T0  $7.81 \pm 4.80$  vs  $8.10 \pm 4.30$  ( $p= 0.840$ ) y T1  $8.95 \pm 4.44$  vs  $10.67 \pm 4.57$  ( $p= 0.225$ ). (Gráfico 9)

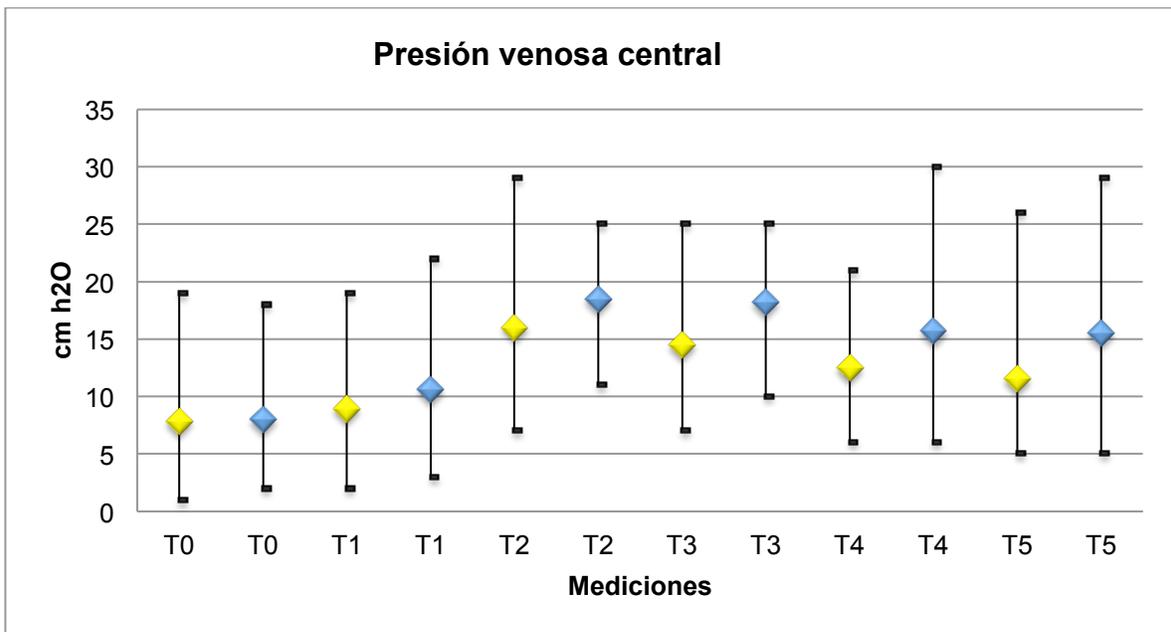


Gráfico 9. Representa el valor expresado en medias  $\pm$  desviación estándar de la presión venosa central. Los rombos amarillos representan al grupo I y los azules al grupo D.

Con respecto a la uresis (ml / kg / hr) como parámetro de adecuada perfusión y función renal, se observó lo siguiente:  $5.91 \pm 2.28$  vs  $3.01 \pm 2.33$  ( $p= 0.000$ ) para el grupo I y grupo D respectivamente, con una diferencia de hasta 3 ml/kg/hr entre los grupos, siendo mayor en el grupo I. (Tabla 2) (Gráfico 10)

**TABLA 2. URESIS**

|                 | ISOFLURANO         | DESFLURANO         | P <sup>^</sup> |
|-----------------|--------------------|--------------------|----------------|
| <b>Uresis *</b> | <b>5.91 ± 2.28</b> | <b>3.01 ± 2.33</b> | <b>0.000</b>   |

\*Datos mostrados en media y desviación estándar. Análisis estadístico T de Student para muestras independientes. <sup>^</sup>p< .05 significancia estadística.

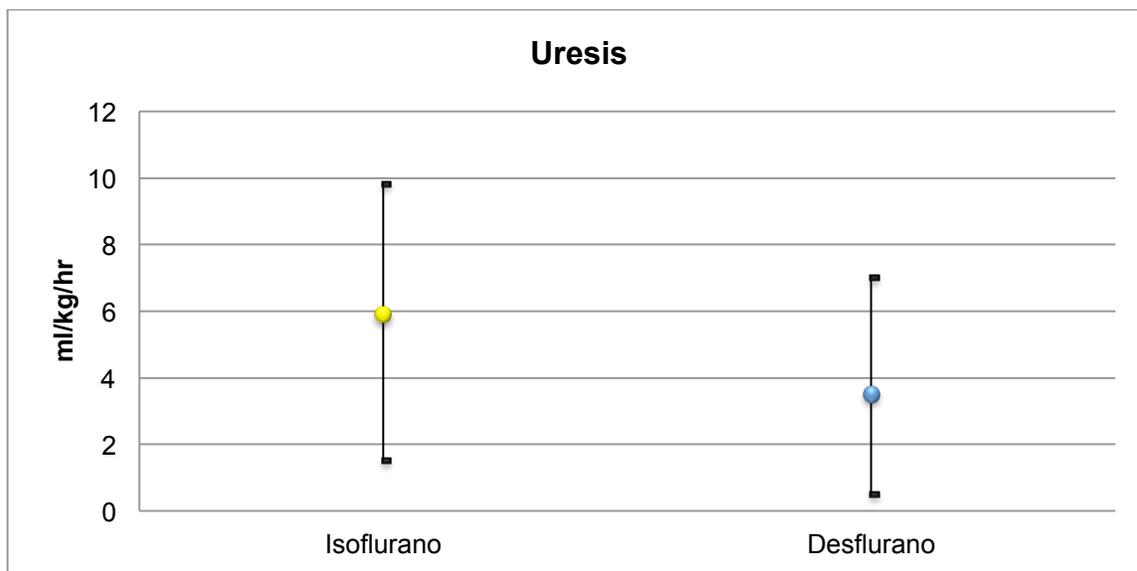


Gráfico 10. Representa el valor expresado en promedio ± desviación estándar de la uresis. Los rombos amarillos representan al grupo I y los azules al grupo D.

La uresis por subgrupos fueron:

En el subgrupo de donador vivo las medias de uresis fueron:  $6.88 \pm 1.76$  para el grupo isoflurano vs  $3.35 \pm 2.56$  del grupo desflurano ( $p = 0.000$ ).

En el subgrupo de donador cadavérico las medias de uresis fueron:  $3.98 \pm 2.04$  para el grupo isoflurano vs  $2.31 \pm 1.73$  del grupo desflurano ( $p = 0.125$ ). (Tabla 3 y 4) (Gráfico 11)

**TABLA 3. URESIS POR SUBGRUPO DE DONADOR**

|                         | <b>ISOFLURANO</b>  | <b>DESFLURANO</b>  | <b>P<sup>^</sup></b> |
|-------------------------|--------------------|--------------------|----------------------|
| <b>VIVO<sup>*</sup></b> | <b>6.88 ± 1.76</b> | <b>3.35 ± 2.56</b> | <b>0.000</b>         |
| <b>CADAVERÍCO*</b>      | <b>3.98 ± 2.04</b> | <b>2.31 ± 1.73</b> | <b>0.125</b>         |

\*Datos mostrados en media y desviación estándar. Análisis estadístico T de Student para muestras independientes. <sup>^</sup>p< .05 significancia

estadística.

**TABLA 4. URESIS POR SUBGRUPO DE GAS ANESTÉSICO**

|                    | <b>VIVO</b>        | <b>CADAVERÍCO</b>  | <b>P<sup>^</sup></b> |
|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------|
| <b>ISOFLURANO*</b> | <b>6.88 ± 1.76</b> | <b>3.98 ± 2.04</b> | <b>0.348</b>         |
| <b>DESFLURANO*</b> | <b>3.35 ± 2.56</b> | <b>2.31 ± 1.73</b> | <b>0.003</b>         |

\*Datos mostrados en media y desviación estándar. Análisis estadístico T de Student para muestras independientes. <sup>^</sup>p< .05 significancia

estadística.

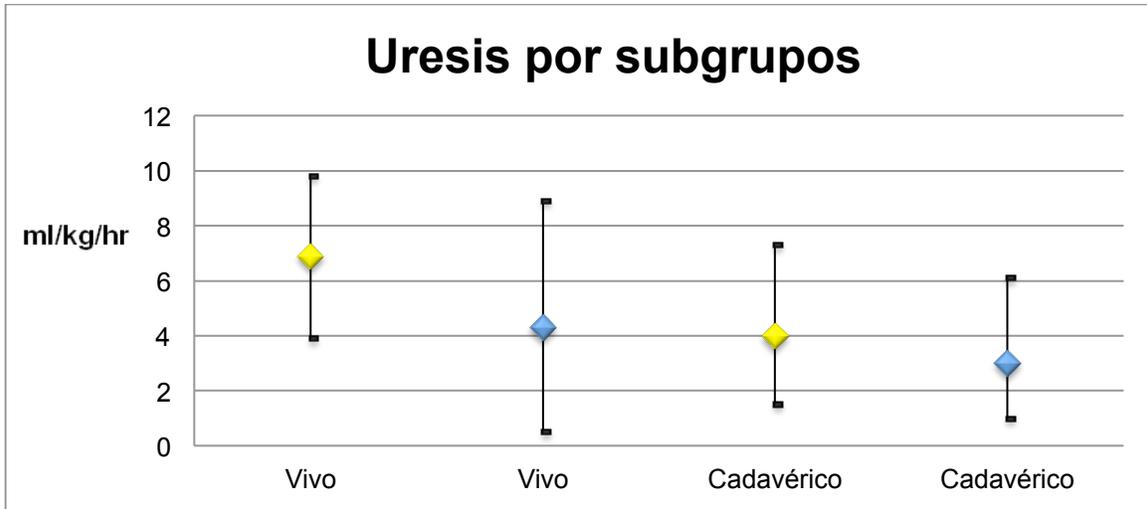


Gráfico 11. Representa el valor expresado en medias  $\pm$  desviación estándar de la uresis por subgrupo. Los rombos amarillos representan al grupo I y los azules al grupo D.

Respecto a la frecuencia cardiaca se observó diferencia estadística en cuatro tiempos: T1  $76.33 \pm 11.59$  vs  $65.14 \pm 11.39$  ( $p= 0.003$ ), T3  $82.76 \pm 12.59$  vs  $99.38 \pm 21.64$  ( $p= 0.004$ ), T4  $84.67 \pm 9.48$  vs  $96.71 \pm 18.18$  ( $p= 0.010$ ), T5  $85.29 \pm 10.95$  vs  $96.10 \pm 15.78$  ( $p= 0.014$ ) para el grupo I y grupo D respectivamente; no se observó diferencia estadística en T0  $85.10 \pm 13.27$  vs  $85.48 \pm 14.65$  ( $p= 0.930$ ) y T2  $80.05 \pm 11.50$  vs  $87.57 \pm 23.90$  ( $p= 0.201$ ), para el grupo I y grupo D respectivamente. (Gráfico 12)

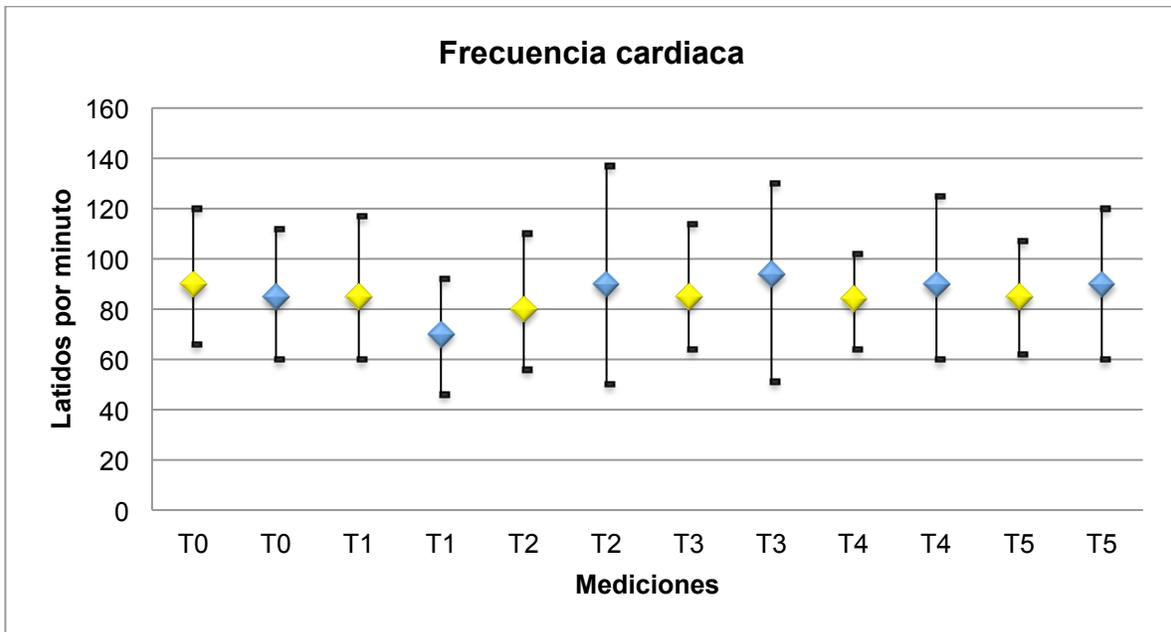


Gráfico 12. Representa el valor expresado en medias  $\pm$  desviación estándar de la frecuencia cardiaca. Los rombos amarillos representan al grupo I y los azules al grupo D.

Sobre la frecuencia respiratoria se observó diferencia estadística en T1  $14.09 \pm 1.64$  vs  $13.14 \pm 1.27$  ( $p= 0.042$ ) y T3  $16.00 \pm 1.78$  vs  $17.61 \pm 2.53$  ( $p= 0.022$ ) para el grupo I y grupo D respectivamente; no se observó diferencia estadística en los siguientes datos T0  $19.00 \pm 2.20$  vs  $18.14 \pm 1.52$  ( $p= 0.160$ ), T2  $15.66 \pm 1.98$  vs  $16.85 \pm 2.79$  ( $p= 0.120$ ), T4  $14.80 \pm 2.20$  vs  $14.95 \pm 3.73$  ( $p= 0.881$ ) y T5  $16.14 \pm 2.32$  vs  $15.87 \pm 2.37$  ( $p= 0.696$ ) para el grupo I y grupo D respectivamente.

Respecto a la temperatura se observó diferencia estadística en 4 momentos: T2  $36.37 \pm 0.19$  vs  $36.04 \pm 0.17$  ( $p= 0.000$ ), T3  $36.37 \pm 0.19$  vs  $36.04 \pm 0.33$  ( $p= 0.000$ ), T4  $36.39 \pm 0.18$  vs  $36.04 \pm 0.32$  ( $p= 0.000$ ), T5  $36.21 \pm 0.24$  vs  $35.91 \pm 0.52$  ( $p= 0.023$ ) para el grupo I y grupo D respectivamente; no se observó diferencia estadística en T0  $36.53 \pm 0.28$  vs  $36.56 \pm 0.12$  ( $p= 0.675$ ) y T1  $36.13 \pm 0.32$  vs  $36.07 \pm 0.09$  ( $p= 0.441$ ).

Respecto a la saturación de oxígeno se observó diferencia estadística en T1  $99.81 \pm 0.51$  vs  $99.00 \pm 0.89$  ( $p= 0.001$ ), T2  $99.90 \pm 0.43$  vs  $99.48 \pm 0.68$  ( $p= 0.020$ ), T3  $99.90 \pm 0.43$  vs  $99.48 \pm 0.75$  ( $p= 0.029$ ), T4  $99.38 \pm 1.43$  vs  $97.10 \pm 2.32$  ( $p= 0.000$ ), T5  $98.43 \pm 1.77$  vs  $96.57 \pm 2.03$  ( $p= 0.003$ ) para el grupo I y grupo D respectivamente; no se observó diferencia en T0  $94.05 \pm 4.50$  vs  $93.95 \pm 2.26$  ( $p= 0.931$ ) para el grupo I y grupo D respectivamente.

## DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados presentados en cuanto a la descripción de los datos demográficos, no se encontró diferencia estadísticamente significativa lo que confirma que los grupos se aleatorizaron de manera adecuada.

Umbrain et al en su estudio midió gasto cardiaco en pacientes sometidos a endarterectomía carotidea no encontraron variaciones significativas entre los grupos de gases anestésicos (isoflurano, sevoflurano y desflurano) y sugieren que el aumento de la actividad simpática que acompaña al uso de desflurano no parece afectar la fracción de eyección del ventrículo izquierdo durante la cirugía.<sup>38</sup> Kennedy et al reportan variaciones en el gasto cardiaco con el uso de Desflurano hasta en un 73.7% contra un 33.7% con el uso de Isoflurano; lo cual es similar a lo encontrado en nuestro estudio, donde el gasto cardiaco e índice cardiaco mostraron un aumento significativo en el grupo Desflurano versus Isoflurano de hasta 3 L/min en promedio.

Como sabemos los agentes halogenados, deprimen la función cardiaca en relación con la dosificación empleada, pero se ha demostrado un efecto beneficioso de preservación miocárdica.

Bradley et al en 2008 compararon los resultados del postoperatorio a corto plazo en pacientes mayores de 65 años que fueron sometidos a procedimientos quirúrgicos mayores no cardíacos, en los cuales los pacientes cursaban con enfermedad coronaria, falla cardíaca. Se encontró que la falla cardíaca representa un riesgo importante para la mortalidad y de readmisión hospitalaria a los 30 días, comparado con el grupo de pacientes con enfermedad coronaria. El aumento del gasto e índice cardiaco en el grupo de Desflurano representa el estado hiperdinámico de la función cardiopulmonar y por ende el aumento en la incidencia de insuficiencia cardiaca.

Aunque hoy en día la mortalidad del receptor es cercana al 0.03%, el trasplante renal sigue siendo un procedimiento con alto riesgo perioperatorio por las complicaciones cardiovasculares. Por lo

anterior es de suma importancia contar con un monitoreo cardiaco completo para pautar el manejo anestésico.

Los pacientes a los que se administró Isoflurano presentaron volúmenes urinarios mayores en comparación con los que recibieron Desflurano, lo cual es interpretado como un parámetro de adecuada perfusión y funcionalidad renal en pacientes sometidos a trasplante renal, en el presente estudio se observaron diferencias clínica y estadísticamente significativas a favor de Isoflurano. Con lo anterior suponemos que la inestabilidad en las variables hemodinámicas tienen un efecto negativo en la perfusión renal y con ello una disminución en la uresis. De acuerdo a los resultados obtenidos se plantea que los donadores cadavéricos tuvieron algún sesgo en la interpretación global de este parámetro, por lo cual se analizó y se obtuvo por subgrupos en los cuales no se observó diferencia estadística ni clínica respecto al tipo de donador, es decir, que el tipo de donador no interfirió en los resultados obtenidos.

En cuanto a la frecuencia respiratoria, temperatura y saturación de oxígeno se mostraron diferencias significativas con valores menores en el grupo de desflurano, sin embargo clínicamente no significativa ya que ninguno de los pacientes presentó riesgo incrementado como hipotermia o saturación de oxígeno por debajo de 90%.

El contar con un monitoreo adecuado en pacientes con riesgo y sometidos a cirugía mayor, como el trasplante renal, es de vital importancia para dictaminar el tratamiento transanestésico adecuado.

El presente estudio abre el camino hacia un nuevo conocimiento y perfeccionamiento del mismo en el mantenimiento anestésico de los pacientes sometidos a trasplante renal bajo anestesia general.

## CONCLUSIONES

1. El gasto cardiaco y el índice cardiaco fueron mayores en el grupo Desflurano que en el grupo de Isoflurano, lo que nos refleja un estado hiperdinámico de la función cardiovascular.
2. Las variables hemodinámicas de presión arterial sistólica, diastólica y media, así como frecuencia cardiaca y presión venosa central presentaron mínimas variaciones con la administración de Isoflurano en comparación con el grupo de Desflurano el cual presentó aumentos significativos en todas las variables hemodinámicas en distintos tiempos; justificando con ello el estado hiperdinámico y el aumento progresivo del gasto cardiaco.
3. Los volúmenes urinarios fueron mayores en el grupo de Isoflurano que en el grupo de Desflurano, con la traducción clínica de que a mayor perfusión renal habrá mayor producción de orina.
4. No hubo diferencia estadística con respecto a la uresis por subgrupo de acuerdo al tipo de donador.

## APÉNDICE 1.



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS  
CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI  
UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES “DR. BERNARDO SEPÚLVEDA GUTIÉRREZ”  
SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA

### PROTOCOLO ANESTÉSICO ANESTESIA GENERAL BALANCEADA

#### COMPORTAMIENTO DEL GASTO E ÍNDICE CARDIACO EN PACIENTES SOMETIDOS A TRASPLANTE RENAL BAJO ANESTESIA GENERAL CON EL USO DE ISOFLURANO VERSUS DESFLUORANO

La inducción anestésica se realizó con Fentanilo 3 mcg / kg IV, lidocaína 1 % 1 mg / kg IV, cisatracurio 150 mcg / kg IV y propofol 1.5 mg / kg IV. Posterior a la pérdida de conciencia y abolición del reflejo palpebral, se controla manualmente la ventilación con mascarilla facial y oxígeno al 100 %. Después de 2 a 3 minutos, con un BIS entre 40 – 50 y un TOF entre 20 – 30 % se realizó laringoscopia directa con hoja tipo Macintosh 3 ó 4 y colocación de tubo orotraqueal correspondiente a sexo y peso del paciente (mujeres entre 6 – 7 mm DI, hombres entre 7.5 – 8.5 mm DI); se verificó la adecuada colocación del tubo orotraqueal mediante auscultación de campos pulmonares y capnografía, se fijó sonda, se conectó a monitor NICO y a ventilador mecánico de máquina anestésica marca Datex – Ohmeda con circuito semi cerrado y absorbedor de bióxido de carbono bajo la modalidad de volumen control con volúmenes corrientes entre 7 a 8 ml / kg y frecuencias respiratorias entre 10 y 12 por minuto; los parámetros respiratorios se ajustaron de acuerdo a necesidades y requerimientos transoperatorios así como mediciones gasométricas. Se protegió globos oculares y se mantuvo eutermia entre 36.5 – 37° C con sábana térmica corporal y calentamiento de soluciones intravenosas. Se canalizó un acceso venoso periférico con punzocat 16 G y se canuló arteria radial con punzocat 20 G.

**APÉNDICE 2.**



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS  
CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI  
UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES "DR. BERNARDO SEPÚLVEDA GUTIÉRREZ"  
SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA

**HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

COMPORTAMIENTO DEL GASTO E ÍNDICE CARDIACO EN PACIENTES SOMETIDOS A  
TRASPLANTE RENAL BAJO ANESTESIA GENERAL CON EL USO DE ISOFLURANO VERSUS  
DESFLUORANO

Fecha: \_\_\_\_\_ Nombre: \_\_\_\_\_  
A filiación: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ años Sexo: Masculino ( ) Femenino ( )  
Peso: \_\_\_\_\_ kg Talla: \_\_\_\_\_ cm IMC: \_\_\_\_\_ kg/m<sup>2</sup> ASA: 3 ( ) 4 ( )  
Donador: VIVO ( ) CADAVERÍCO ( ) Gas Anestésico: ISOFLURANO ( ) DESFLURANO ( )  
Diagnóstico: \_\_\_\_\_

**T0 (BASAL):**

PAS: \_\_\_\_\_ mmHg PAD: \_\_\_\_\_ mmHg PAM: \_\_\_\_\_ mmHg FC: \_\_\_\_\_ lpm FR: \_\_\_\_\_ rpm  
TEMP: \_\_\_\_\_ °C SpO<sub>2</sub>: \_\_\_\_\_ % PVC: \_\_\_\_\_ cmH<sub>2</sub>O

**T1 (POST - INDUCCIÓN):**

PAS: \_\_\_\_\_ mmHg PAD: \_\_\_\_\_ mmHg PAM: \_\_\_\_\_ mmHg FC: \_\_\_\_\_ lpm FR: \_\_\_\_\_ rpm  
TEMP: \_\_\_\_\_ °C SpO<sub>2</sub>: \_\_\_\_\_ % PVC: \_\_\_\_\_ cmH<sub>2</sub>O GC: \_\_\_\_\_ l/min IC: \_\_\_\_\_ l/min/m<sup>2</sup>

**T2 (PRE - DESPINZAMIENTO):**

PAS: \_\_\_\_\_ mmHg PAD: \_\_\_\_\_ mmHg PAM: \_\_\_\_\_ mmHg FC: \_\_\_\_\_ lpm FR: \_\_\_\_\_ rpm  
TEMP: \_\_\_\_\_ °C SpO2: \_\_\_\_\_ % PVC: \_\_\_\_\_ cmH<sub>2</sub>O GC: \_\_\_\_\_ l/min IC: \_\_\_\_\_ l/min/m<sup>2</sup>

**T3 (POST - DESPINZAMIENTO):**

PAS: \_\_\_\_\_ mmHg PAD: \_\_\_\_\_ mmHg PAM: \_\_\_\_\_ mmHg FC: \_\_\_\_\_ lpm FR: \_\_\_\_\_ rpm  
TEMP: \_\_\_\_\_ °C SpO2: \_\_\_\_\_ % PVC: \_\_\_\_\_ cmH<sub>2</sub>O GC: \_\_\_\_\_ l/min IC: \_\_\_\_\_ l/min/m<sup>2</sup>

**T4 (POST - EXTUBACIÓN):**

PAS: \_\_\_\_\_ mmHg PAD: \_\_\_\_\_ mmHg PAM: \_\_\_\_\_ mmHg FC: \_\_\_\_\_ lpm FR: \_\_\_\_\_ rpm  
TEMP: \_\_\_\_\_ °C SpO2: \_\_\_\_\_ % PVC: \_\_\_\_\_ cmH<sub>2</sub>O

**T5 (UTR):**

PAS: \_\_\_\_\_ mmHg PAD: \_\_\_\_\_ mmHg PAM: \_\_\_\_\_ mmHg FC: \_\_\_\_\_ lpm FR: \_\_\_\_\_ rpm  
TEMP: \_\_\_\_\_ °C SpO2: \_\_\_\_\_ % PVC: \_\_\_\_\_ cmH<sub>2</sub>O URESIS: \_\_\_\_\_ ml/kg/hr

**OBSERVACIONES:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### APÉNDICE 3.



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS  
CENTRO MÉDICO NACIONAL SIGLO XXI  
UMAE HOSPITAL DE ESPECIALIDADES “DR. BERNARDO SEPÚLVEDA GUTIÉRREZ”  
SERVICIO DE ANESTESIOLOGÍA

#### **CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA**

México, D.F., a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ del 2012

Por medio de la presente acepto participar en el proyecto de investigación titulado **“COMPORTAMIENTO DEL GASTO E ÍNDICE CARDIACO EN PACIENTES SOMETIDOS A TRASPLANTE RENAL BAJO ANESTESIA GENERAL CON EL USO DE ISOFLURANO VERSUS DESFLURANO ”** autorizado por el Comité local de Investigación. Se me ha explicado que mi participación consistirá simplemente en someterme al procedimiento anestésico necesario para la realización de mi cirugía. También se me ha explicado que puedo recibir Isoflurano o Desflurano como agentes inhalatorios para el mantenimiento anestésico y que en ningún momento se me someterá a ningún riesgo adicional.

Se me ha informado que los beneficios tanto del Isoflurano y Desflurano son que producen menos depresión miocárdica que los demás anestésicos y no tienen propiedades nefrotóxicas.

Declaro que se me han informado ampliamente sobre los posibles efectos adversos como depresión respiratoria y apnea las cuales se tratarán con oxigenación al 100% y manejo avanzado de la vía aérea; Hipotensión y arritmias cardíacas las cuales se atenderán con anti-arrítmicos y vasopresores como atropina y/o lidocaína 1% y/o dopamina y/o norepinefrina a dosis ajustadas para el manejo de las mismas; broncoespasmo el cual se tratará con salbutamol y presión positiva de la vía aérea; náuseas y/o vómitos los cuales se trataran con ondansetrón y metoclopramida. Todos los tratamientos en caso de que se presenten los efectos adversos estan disponibles para su uso y son pertenecientes al cuadro básico del instituto.

También declaro que se me informa ampliamente sobre los riesgos, inconvenientes, molestias y beneficios derivados de mi participación en el estudio.

El investigador principal se ha comprometido a darme información oportuna sobre cualquier duda que plantee acerca de los procedimientos que se llevaran al cabo. Entiendo que conservo el derecho de retirarme del estudio en cualquier momento en que lo considere conveniente, sin que ello afecte la atención médica que recibo del Instituto. Me han asegurado que no se me identificará en las presentaciones o publicaciones que deriven de este estudio y que los datos relacionados con mi privacidad serán manejados en forma confidencial.

En caso de dudas o aclaraciones relacionadas con el estudio podrá dirigirse a:

UMAE Hospital de Especialidades "Dr. Bernardo Sepúlveda Gutiérrez", Servicio de Anestesiología, Av. Cuauhtémoc Núm. 330 Col. Doctores C.P. 06720, Deleg. Cuauhtémoc México D.F. Teléfonos: (55) 56-27-69-00 extensión 21607, (044 55) 55 21 72 76 62, correo electrónico: m9z9@hotmail.com

Investigador Responsable: Dra. Marisol Zarazúa Juárez Matrícula 98370106

Colaboradores: Dr. Dr. Antonio Castellanos Olivares, Dra. Petra Isidora Vásquez Márquez, Dr. Fernando Villegas Anzo, Dr. Jorge Octavio Fernández García.

En caso de dudas o aclaraciones sobre sus derechos como participante podrá dirigirse a: Comisión de Ética de Investigación de la CNIC del IMSS: Avenida Cuauhtémoc 330 4° piso Bloque "B" de la Unidad de Congresos, Colonia Doctores. México, D.F., C.P. 06720. Teléfono (55) 56 27 69 00 extensión 21230, Correo electrónico: comision.etica@imss.gob.mx

---

Nombre y firma del paciente

---

Nombre, matrícula y firma del investigador

---

Nombre y firma del testigo

---

Nombre y firma del testigo

## BIBLIOGRAFÍA

1. **Carmona G A, Peleteiro P, Jiménez Fuente, et al.** Anestesia con propofol, remifentanilo y cisatracurio en un trasplante renal. Rev. Esp Anesthesiol Reanim. 2003; 50: 356-359
2. **K/DOQI.** Clinical practice guidelines for chronic kidney disease: evaluation, classification, and stratification. Am J Kidney Dis 2002; 39: 266.
3. **Goicoechea MA, Gorostidi M, Marín R.** Guías SEN: Riñón y enfermedad cardiovascular. Nefrología 2004; 24: 27-34.
4. **Drury N.** Anaesthesia for renal transplantation. ATOTW 2010; 174: 1-6.
5. **CENATRA.** Estado Actual de Donación y Trasplantes en México 2011; 12-26.
6. **Lemmens HJ.** Kidney transplantation: recent developments and recommendations for anesthetic management. Anesthesiology Clin N Am 2004; 22: 651-662
7. **Toivonen HJ.** Anaesthesia for patients with a transplanted organ. Acta Anaesthesiol Scand 2000; 44: 812-833.
8. **Andrews PA.** Renal Transplantation. Clinical Review. BMJ 2002; 324: 530-534.
9. **Rabbat CG, Treleaven DJ, Russell JD, et al.** Prognostic value of myocardial perfusion studies in patients with end-stage renal disease assessed for kidney or kidney-pancreas transplantation: a meta-analysis. J Am Soc Nephrol 2003; 14: 431-439.
10. **Yigla M, Nakhoul F, Sabag A, et al.** Pulmonary hypertension in patients with end – stage renal disease. Chest 2003; 123: 1577-1582.
11. **Miller.** “Anestesia”, 4a. edición, Editorial Harcourt Brace, España 1998.
12. **Morgan E, Mikhail M.** “Anestesiología clínica”, 2ª edición, Editorial El Manual Moderno, México 1996.
13. **Smith CE, Hunter JM.** Anesthesia for renal transplantation: relaxants and volatiles. Int Anesthesiol Clin 1995; 33: 69-92.

14. **JA, Miller KW, Forman SA.** Mechanisms of actions of inhaled anesthetics. *N Engl J Med* 2003; 348:2110-24.
15. **Li T, Wu W, You Z, et al.** Alternative use of isoflurane and propofol confers superior cardioprotection than using one of them alone in a dog model of cardiopulmonary bypass. *Eur J Pharmacol* 2011 Dec 29.
16. **Eckenhoff RG.** Anesthetic mechanisms: worms light the way. *Curr Biol* 2011; 21(24):R985-6.
17. **Saraiva RA.** Farmacocinética dos Anestésicos Inalatórios, En: Manica JM - Anestesia, Princípios e Técnicas. 3ª Ed, Porto Alegre, Artes Médicas, 2002; 241-250.
18. **Gelb AW, Freeman D, Robertson KM, et al.** Isoflurane alters the kinetics of oral cyclosporine. *Anesth Analg* 1991; 72: 801-804.
19. **Kharasch ED, Frink Jr EJ, Zager R, et al.** Assessment of low-flow sevoflurane and isoflurane effects on renal function using sensitive markers of tubular toxicity. *Anesthesiology* 1997; 86:1238-1253.
20. **Litz RJ, Hubler M, Lorenz W, et al.** Renal responses to desflurane and isoflurane in patients with renal insufficiency. *Anesthesiology* 2002; 97: 1133-1136.
21. **Murry CE, Jennings RB, Reimer KA.** Preconditioning with ischemia: a delay of lethal cell injury in ischemic myocardium. *Circulation* 1986; 74: 1124-1136.
22. **Reimer KA, Jennings RB.** Biologic basis for limitation of infarct size. *Adv Exp Med Biol* 1986; 194: 315-330.
23. **Yellon DM, Downey JM.** Preconditioning the myocardium: from cellular physiology to clinical cardiology. *Physiol Rev* 2003; 83: 1113-1151.
24. **Maulik N, Yoshida T, Engelman RM, et al.** Ischemic preconditioning attenuates apoptotic cell death associated with ischemia/reperfusion. *Mol Cell Biochem* 1998; 186: 139-145.
25. **Yellon DM, Hausenloy DJ.** Realizing the clinical potential of ischemic preconditioning and postconditioning. *Nat Clin Pract Cardiovasc Med* 2005; 2: 568-575.

26. **Toller WG, Kersten JR, Pagel PS, et al.** Sevoflurane reduces myocardial infarct size and decreases the time threshold for ischemic preconditioning in dogs. *Anesthesiology* 1999; 91: 1437-1446.
27. **Kersten JR, Brayer AP, Pagel PS, et al.** Perfusion of ischemic myocardium during anesthesia with sevoflurane. *Anesthesiology* 1994; 81: 995-1004.
28. **Guarracino F, Landoni G, Tritapepe L, et al.** Myocardial damage prevented by volatile anesthetics: a multicenter randomized controlled study. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2006; 20: 477-483.
29. **Belhomme D, Peynet J, Louzy M, et al.** Evidence for preconditioning by isoflurane in coronary artery bypass graft surgery. *Circulation* 1999; 100: 340-344.
30. **Tritapepe L, Landoni G, Guarracino F, et al.** Cardiac protection by volatile anaesthetics: a multicentre randomized controlled study in patients undergoing coronary artery bypass grafting with cardiopulmonary bypass. *Eur J Anaesthesiol* 2007; 24: 323-331.
31. **Julier K, Silva R da, Garcia C, et al.** Preconditioning by sevoflurane decreases biochemical markers for myocardial and renal dysfunction in coronary artery bypass graft surgery: a double-blinded, placebo- controlled, multicenter study. *Anesthesiology* 2003; 98: 1315-1327.
32. **Linden PJ van der, Daper A, Trenchant A, De Hert SG.** Cardioprotective effects of volatile anesthetics in cardiac surgery. *Anesthesiology* 2003; 99: 516-517.
33. **Preckel B, Schlack W, Comfere T, et al.** Effects of enflurane, isoflurane, sevoflurane and desflurane on reperfusion injury after regional myocardial ischaemia in the rabbit heart in vivo. *Br J Anaesth* 1998; 81: 905-912.
34. **Wei H, Kang B, Wei W, et al.** Isoflurane and sevoflurane affect cell survival and BCL-2/BAX ratio differently. *Brain Res* 2005; 1037: 139-147.
35. **Roscoe AK, Christensen JD, Lynch C.** Isoflurane, but not halothane, induces protection of human myocardium via adenosine A1 receptors and adenosine triphosphate-sensitive potassium channels. *Anesthesiology* 2000; 92: 1692-1701.
36. **Conradie S, Coetzee A, Coetzee J.** Anesthetic modulation of myocardial ischemia and

reperfusion injury in pigs: comparison between halothane and sevoflurane. *Can J Anaesth* 1999; 46: 71-81.

37. **Fleisher LA, Beckman JA, Brown KA, et al.** ACC/AHA 2007 Guidelines on Perioperative Cardiovascular Evaluation and Care for Noncardiac Surgery. *J Am Coll Cardiol* 2007; 50: 1707-1732.

38. **Umbrain V, Keeris J, D'Haese J, et al.** Isoflurane, desflurane and sevoflurane for carotid endarterectomy. *Anaesthesia* 2000; 55: 1052-1057.

39. **Osca J, Quesada A, Arnau M, et al.** Péptido cerebral natriurético. Valor diagnóstico en la insuficiencia cardíaca. *Rev Esp Cardiol* 2002; 55: 7-15.

40. **Egleé E, Castillo G, Rusvel J, Gómez B.** Péptido natriurético cerebral en pacientes con insuficiencia cardíaca o con factores de riesgo para su desarrollo. *Rev Insuf Cardíaca* 2008; 3: 21-27.

41. **Maisel A, Krishnaswamy P, Nowak R, et al.** Rapid measurement of B-type natriuretic peptide in the emergency diagnosis of heart failure. *N Engl J Med* 2002; 347: 161-167.

42. **Díaz Esquivel A et al.** Gasto cardiaco por termodilución vs VCO<sub>2</sub> *Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int* 2012;26(1):36-41

43. **García X, Mateu L, Maynar J, et al.** Estimación del gasto cardíaco. Utilidad en la práctica clínica. Monitorización disponible invasiva y no invasiva. *Med Intensiva*. 2011;35(9):552---56.

44. **Gonzalez T.** Medición invasiva del gasto cardiaco en las unidades de cuidados críticos. *Enfer Cardio* 2006; 38: 30-36.

45. **Valencia E, Yepes D, García M, et al.** Comparación de un método no invasivo de determinación del gasto cardiaco (NICO) y variables hemodinámicas con técnicas invasivas de termodilución en bolos. *Rev Col Anest* 2004;32:23-27