

# Fluidoterapia guiada por variabilidad de volumen sistólico en trasplante renal

<sup>1</sup>Luis Alberto Barrientos-Quintanilla. <sup>2</sup>José Miguel Guerra-de la Garza.

<sup>1</sup>Médico anestesiólogo e Intensivista. Hospital San José Tecnológico de Monterrey. <sup>2</sup>Médico residente de 3º año del programa multicéntrico. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores Monterrey. Secretaría de Salud de Nuevo León. miguel\_\_guerra@hotmail.com

## Resumen

**Introducción** El trasplante renal es el tratamiento ideal para pacientes con enfermedad renal terminal, muchos de ellos padecen problemas cardiovasculares que son de consideración muy importante al momento de la cirugía. Se ha reportado menor necrosis tubular aguda con una adecuada hidratación.

**Material y métodos:** Se diseñó un estudio retrospectivo observacional. Se estudiaron cuatro pacientes con insuficiencia renal terminal sometidos a trasplante renal, se administró anestesia total intravenosa, realizando monitorización hemodinámica continua y manejo de líquidos dirigido a metas, utilizando medición del gasto cardíaco (GC), volumen sistólico (VS), variabilidad del volumen sistólico (VVS), resistencias vasculares periféricas (RVS), presión venosa central (PVC) y presión arterial media (PAM).

**Resultados:** El tiempo anestésico varió entre 4 y 5 horas con un promedio de 4.5. El sangrado fue de 200 a 400 ml y un promedio de 312.5 ml. Los líquidos administrados se encontraron entre 2450 a 5150 ml con promedio de 3833 ml, la diuresis al egreso de quirófano se encontró entre 500 a 1250 ml con promedio de 754 ml/hora. En los cuatro pacientes se utilizó dopamina para lograr las cifras de PAM deseada.

**Discusión:** Durante el trasplante renal es importante promover la función del riñón injertado manteniendo un adecuado volumen sanguíneo y flujo renal para prevenir necrosis tubular aguda. Actualmente se utiliza la terapia dirigida a metas, la cual reduce las dosis de vasoconstrictores/catecolaminas y la incidencia de complicaciones postoperatorias. La monitorización dinámica continua (GC, VS y VVS, RVS, PVC y PAM) brindan información más útil y son predictores fiables de respuesta hemodinámica y respuesta a líquidos.

**Conclusiones:** Muchos pacientes con falla renal crónica tienen poca reserva cardíaca para recibir volúmenes masivos en corto tiempo; gracias a la administración de

esquemas de líquidos en menor cantidad y monitorizados con valores dinámicos, parece que mejoran su estado hemodinámico del paciente que recibe trasplante renal.

**Palabras clave:** Fluidoterapia, trasplante renal, variabilidad de volumen sistólico.

## Abstract

**Introduction:** kidney transplantation is the ideal treatment for patients with kidney disease, many of them suffering from cardiovascular problems, which are of very important consideration at the time of surgery. It is reported less acute tubular necrosis with proper hydration.

**Material and methods:** a retrospective observational study was designed. We studied four patients with terminal renal failure undergoing renal transplantation, intravenous total anesthesia, administered conducting continuous hemodynamics monitoring and liquid handling directed to targets, using measurement of the cardiac output (GC), stroke volume (VS), variability of the stroke volume (VVS), peripheral vascular resistance (SVR), central venous pressure (PVC) and mean arterial pressure (map).

**Results:** Anesthetic time varied between 4 and 5 hours with an average of 4.5. The bleeding was from 200 to 400 ml and an average of 312.5 ml. Fluids administered were found between 2450 to 5150 ml with average of 3833 ml, urine output to discharge from operating room was founded between 500 to 1250 ml with average of 754 ml/hour. Dopamine was used in the four patients to achieve desired PAM.

**Discussion:** During kidney transplantation, it is important to promote the grafted kidney function while maintaining a proper blood volume and renal flow to prevent acute tubular necrosis. Currently the therapy used is directed to targets, which reduces the dose of vasoconstrictor/catecholamines and the incidence of postoperative complications. Continuous dynamic monitoring (GC, VS

and VVS, RVS, PVC and PAM) provide more useful information and are reliable predictors of hemodynamic response and response to liquids.

**Conclusions:** Many patients with chronic renal failure have low cardiac reserve to receive massive volumes in short time; Thanks to the administration of schemes for liquids in smaller amounts and monitored with dynamic values, it seems to improve its hemodynamic status of the patient receiving renal transplantation.

**Key words:** fluid therapy, renal transplantation, stroke volume variability.

**Introducción:** La Insuficiencia renal crónica terminal (IRCT) es una entidad clínica comúnmente tratada con hemodiálisis, diálisis peritoneal, dieta y terapia farmacológica; sin embargo la rehabilitación total del paciente urémico no se alcanza con dichos tratamientos. El trasplante renal es el tratamiento ideal para estos pacientes, ofreciendo una recuperación de calidad y oportunidad de vida satisfactoria, con una sobrevivencia que va de 8 hasta los 31 años. En México se llevó a cabo el primer trasplante renal en octubre de 1963, en el Hospital General de Centro Médico Nacional, ciudad de México.

El trasplante renal (TR) es un procedimiento de alto riesgo y no está exento de morbilidad operatoria, las técnicas quirúrgicas y anestésicas han mejorado considerablemente, la administración de agentes anestésicos es más segura, sin el efecto acumulativo de algunos de ellos, relacionado con menor incidencia de efectos adversos<sup>1</sup>. El monitoreo adecuado es un requisito para el TR, se recomienda medir la PVC para valorar el estado de volemia, además una línea arterial para la monitorización adecuada de la PAM y asegurar con ello la función del injerto<sup>2</sup>.

Los cristaloides son la primera elección para la sustitución de líquidos y no han mostrado tener efectos secundarios considerables<sup>3</sup>. En la última década se han desarrollado diferentes modalidades en el manejo de líquidos y se ha visto que la albumina mejora a corto y largo plazo el alta hospitalaria en aquellos pacientes sometidos a trasplante renal, mejorando el inicio y mantenimiento del volumen urinario<sup>5</sup>.

En cuanto a la administración de líquidos intravasculares transoperatorios se aboga por regímenes restrictivos, se ha

demostrado que causan menos edema en las anastomosis quirúrgicas, mejoran la oxigenación de los tejidos en la cicatrización, menor índice de complicaciones pulmonares, rápida recuperación y alta hospitalaria más temprana con menor mortalidad postoperatoria<sup>4</sup>.

El trasplante renal no está exento de complicaciones cardíacas perioperatorias, ocurren en 6% a 10% de los pacientes trasplantados. Estos pacientes presentan enfermedad cardíaca preexistente o pobre función miocárdica, y se encuentran expuestos a una sobrecarga de líquidos, falla respiratoria aguda y ventilación mecánica prolongada debido a que aún se siguen recomendando volúmenes intraoperatorios arriba de 30ml/kg/h, manteniendo la PVC >15mmHg. Recientemente se ha presentado buena recuperación de la función del injerto en el 94% de los pacientes con una política mucho más conservadora de hidratación 15ml/kg/h, con PVC 7-9<sup>6</sup>.

Para guiar el manejo de líquidos, hoy en día más de 100 estudios han demostrado que no existe relación entre la PVC y la respuesta a líquidos, como comenta Paul E. Mariken el 2011. Solo existen dos estudios publicados que demuestran alguna relación entre la PVC y el volumen intravascular, esos dos estudios fueron realizados en caballos, por lo que recomienda que la PVC no debe ser utilizada rutinariamente para guiar el manejo de líquidos en la unidad de cuidados intensivos (UCI), quirófano o salas de emergencia<sup>7</sup>. Durante el trasplante renal es necesario mantener un flujo sanguíneo y función del riñón con adecuado manejo de líquidos y estabilización de la presión sanguínea. Avances en la monitorización no invasiva con parámetros dinámicos como PAM, GC, VVS, VS, RVS, y sus valores indexados pueden mejorar la seguridad del manejo anestésico. Así reducimos las dosis de vasoconstrictores/catecolaminas y el volumen de líquidos administrados reduciendo la incidencia de complicaciones postoperatorias<sup>8</sup>.

El catéter en la arteria pulmonar (CAP) fue introducido en 1970 y provee información importante para el diagnóstico y monitorización en las unidades de cuidados intensivos y quirófanos, aun así existe controversia acerca del beneficio y seguridad de su utilización, debido a que algunos reportes plantean que su utilización aumenta la mortalidad, proponiendo moderar su uso<sup>9-11</sup>.

Gracias a los puntos ya comentados, decidimos aplicar este manejo anestésico para demostrar que existen

valores más exactos que los utilizados actualmente; permitiéndonos guiar nuestras decisiones transoperatorias y de esta manera mejorar la evolución de los pacientes.

**Material y Métodos.** Se diseñó un estudio retrospectivo de casos clínicos, en donde al corte en este momento del estudio, se han incluido seis pacientes sometidos a trasplante renal, entre julio y septiembre del 2013. Bajo consentimiento informado. Un paciente se eliminó del grupo por ser menor de edad y otro por no utilizar terapia dirigida a metas en el transoperatorio. El grupo consistió en cuatro masculinos con edades entre 33 y 56 años, con un peso corporal entre 71 y 84 Kg. ASA III. La fuente de obtención del órgano renal, fue de donador vivo relacionado en el 100%. En la sala de preoperatorios se administró como medicación preanestésica 1mg de midazolam endovenoso y antibiótico profiláctico cefalotina 1gr.

A su ingreso a quirófano se colocó monitorización tipo I, se realizó inducción intravenosa con sufentanilo, propofol y cisatracurio, y se ajustó la ventilación mecánica manejada por volumen,  $FiO_2$  40% con un volumen *tidal* a 8 ml/kg. Bajo anestesia total intravenosa se colocó transductor para medir la PVC y línea arterial utilizando el transductor *FloTrac* con el fin de tener disponible monitorización hemodinámica continua con el instrumento *vigileo* (*Edwards Lifesciences*) que nos brinda los parámetros de GC, VVS, VS, RVS, y sus valores indexados. Antes de iniciar la cirugía, y durante el transoperatorio y al final obtenemos gasometrías arteriales, pues en base a estos resultados guiaremos nuestro manejo ventilatorio, transfusional, y electrolítico. Nuestra terapia dirigida a metas, le realizamos gracias a la VVS manteniendo valores por debajo del 12% evitando una sobrecarga de líquidos, la solución utilizada fue albumina al 2.5%; Mantuvimos la PAM arriba de 80mmHg en la primera fase, y antes de la revascularización aumentamos las cifras de la PAM por arriba de 100 mmHg con infusión de dopamina (dosis 3 – 5 mcg/Kg/min). En el transoperatorio administramos vía intravenosa pantoprazol 40 mg, ondansetron 8mg, metilprednisolona 500mg, y basiliximab 20mg, clonixinato de lisina 100mg, paracetamol 1gr. Solo a un paciente recibió 20mg de furosemida. El procedimiento anestésico fue anestesia total endovenosa en todos los pacientes.

**Resultados.** El tiempo anestésico varió entre 4 y 5 horas con un promedio de 4.5 horas; El sangrado fue de 200 a 400

ml y un promedio de 312.5ml, los líquidos administraron se encontraron entre 2450 a 5150ml con promedio de 3833ml, la diuresis al egreso de quirófano se encontró entre 500 a 1250ml con promedio de 754ml; en los cuatro pacientes se utilizó dopamina para lograr las cifras de PAM deseada, la extubación se realizó en el quirófano y la recuperación se llevó a cabo en la unidad de cuidados post-trasplantados.

**Discusión** El trasplante renal es un procedimiento de alto riesgo y los pacientes que se someten a esta cirugía presentan enfermedad cardiopulmonar, desordenes hematológicos, metabólicos, desequilibrios electrolíticos, transformando esta cirugía en un reto para el anestesiólogo<sup>1</sup>. El factor de riesgo más importante para el postoperatorio es la falla renal y la pobre función preoperatoria, por lo que debemos evitar sustancias potencialmente nefrotóxicas durante la anestesia y considerar los cambios en la distribución de líquidos y el volumen circulatorio que afectan la disposición de los medicamentos. Se recomiendan medicamentos como el cisatracurio cuya ruta de eliminación no se altera por la falla renal, propofol que se metaboliza por el hígado y sus metabolitos no poseen actividad farmacológica al igual que el fentanilo y sufentanilo. Debido a la hiperkalemia que es frecuente en pacientes con IRC debemos evitar sustancias que contengan potasio como el Ringer lactato por lo que se recomienda solución salina normal teniendo en cuenta la posible acidosis metabólica hiperclorémica que podemos causar, la albumina un coloide endógeno ha mostrado proteger al riñón eliminando productos de oxidación e inhibiendo la apoptosis Para asegurar la función del injerto debemos mantener un adecuado mantenimiento de volumen intravascular y control estricto de la PAM en las diferentes fases de la cirugía<sup>2</sup>.

Los cristaloides son la primera elección para la sustitución de líquidos y no han mostrado tener efectos secundarios. En la última década se han desarrollado diferentes modalidades en el manejo de líquidos. La albumina mejora a corto y largo plazo el alta hospitalaria en pacientes con trasplante renal, mejora el inicio y mantenimiento del volumen urinario. La administración de 250ml de manitol al 20% inmediatamente antes del pinzamiento reduce la incidencia de falla renal aguda y menores indicaciones de diálisis postrasplante. La furosemida es comúnmente administrada durante la anastomosis vascular para estimular la diuresis<sup>3</sup>. El primer paso en el manejo hemodinámico del paciente crítico es determinar la

adecuada perfusión de los órganos, solo el 50% de los pacientes responderán a volumen por lo que necesitamos un estudio exacto del estado del volumen intravascular, precarga, y la afinidad del paciente a responder a las cargas de líquidos. Tradicionalmente la PVC ha sido usada para guiar el manejo de líquidos. Actualmente más de 100 estudios han demostrado que no existe relación entre la PVC y la respuesta a líquidos por lo tanto no se debe utilizar para guiar el manejo en la UCI o quirófano<sup>7</sup>. La PVC es una aproximación de la presión de la aurícula derecha, que es el mayor determinante del llenado ventricular derecho, se ha asumido que la PVC es un indicador de la precarga del ventrículo derecho, debido a que el volumen latido del ventrículo derecho determina el llenado del ventrículo izquierdo, por lo que se asume que la PVC es una medida indirecta de la precarga del ventrículo izquierdo.

Con el fin de evitar la hipovolemia o sobrecarga de líquidos perioperatorios, se ha introducido la terapia dirigida a metas individualizada, tomado en cuenta parámetros hemodinámicos que cuantifican la relación entre la cantidad de flujo sanguíneo y la presión del pulso asociado al mismo<sup>12</sup>.

El CAP se ha utilizado ampliamente en el perioperatorio para determinar las variables cardiopulmonares, su uso nos provee de valores absolutos para el suministro y consumo de oxígeno, índice cardiaco, y de esta manera guiar nuestra terapia, los estudios iniciales eran prometedores, pero recientes artículos han sido decepcionantes con resultados inconsistentes que van desde poca mejoría, sin efectos significativos y hasta efectos adversos<sup>13-15</sup>. La colocación del CAP requiere entrenamiento y experiencia, al día de hoy su popularidad ha disminuido con la introducción de modalidades menos invasivas con precisión comparable.

Valores estáticos como la PVC, Presión pulmonar capilar en cuña (PCWP), han mostrado ser pobre predictores de respuesta a líquidos, recientemente indicadores dinámicos han demostrado ser mejores predictores de respuesta a líquidos en pacientes bajo ventilación mecánica<sup>16</sup>.

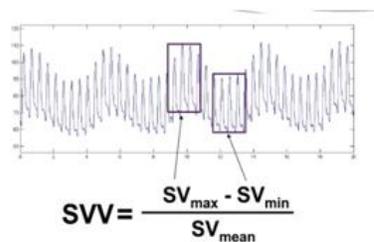
Recientemente se han desarrollado instrumentos de medición dinámica de las variables hemodinámicas que cuantifican la relación entre la cantidad de flujo sanguíneo y la presión del pulso asociado al mismo. Esta relación puede variar ampliamente de un individuo a otro y en el mismo paciente a medida que cambia su condición clínica.

El fundamento físico de estos nuevos instrumentos es que a partir de conocer estas diferencias se puede calcular una constante que puede ser utilizada para la medición dinámica del gasto cardiaco. Estos instrumentos utilizan un sensor que funciona como transductor colocado en una línea arterial que procesa y manda la información aplicando un algoritmo a la curva de presión arterial y reporta de manera dinámica el GC, el índice cardiaco, el volumen latido, el índice del volumen latido y la variación en el volumen sistólico, así como las resistencias vasculares periféricas y su índice, reportándolos a intervalos de 20 segundos<sup>17</sup>.

El sistema de monitorización *Vigileo (Edwards lifescience)* usa el sensor FloTrac adjunto a la línea arterial y provee mediciones continuas del GC, VS, VVS, RVS y sus valores indexados sin necesitar calibración<sup>18</sup>. La VVS deriva del análisis del contorno del pulso y la variación de su amplitud en relación con la presión positiva de la ventilación mecánica (Fig. 1). La magnitud de los cambios respiratorios en el volumen del ventrículo izquierdo es un indicador de precarga ventricular dependiente, una variación más de 12% ha sido reportada para ser altamente predictiva a responder a volumen<sup>19</sup>. La explicación del uso de estas mediciones, radica en asumir que la ventilación mecánica la cual resulta en una disminución de la precarga también generará una caída del volumen sistólico en los casos en los que el corazón es respondedor a precarga, de acuerdo a la relación de *Frank-Starling* (Fig. 2). Sin duda que el estudio tiene algunas limitaciones como, tamaño de la muestra, tipo de estudio, no contar con un grupo control y no es comparativo.

**Conclusión** Hoy en día la tendencia es cambiar las mediciones hemodinámicas estáticas por mediciones funcionales y dinámicas, específicamente la medición de la VVS. Representa un gran avance para el cuidado del paciente críticamente enfermo y aquellos que serán sometidos a procedimientos con grandes fluctuaciones hemodinámicas, gracias a la rápida detección de anomalías transoperatorias, esta nueva tecnología nos brinda la oportunidad de actuar rápidamente ante diversas situaciones y nos sirve de guía para fundamentar nuestras decisiones. Esta serie de casos tiene una muestra pequeña y se necesitan más pacientes para demostrar claramente nuestros resultados y demostrar que la VVS puede ser una herramienta de monitoreo muy útil para el manejo de líquidos transoperatorios en el trasplante renal.

Figura 1: Formula para calcular la variabilidad de volumen sistólico, en relación con la ventilación mecánica.



Tomado de www.edwards.com

Figura 2: Relación de Frank-Starling para el corazón normal (A) y el corazón con disminución en la contractilidad (B). Incrementos similares en la precarga causan aumentos variables en el volumen latido en relación a la precarga y contractilidad basal. (modificado de Cashman J.N. Recent advances in Anaesthesia and intensive care. Ed. Cambridge. Londres 2005)



**Este trabajo de Investigación obtuvo el 2º. lugar en el XLVII Congreso Mexicano de Anestesiología. Puebla de Zaragoza. Noviembre 2013.**

## Referencias

1. Villegas-Anzo F, Gracida-Juarez C, Casteñanos-Olivares A, Rangel-Montes MA. Anestesia para transplante renal: Experiencia de 20 años. *RevMexAnesth* 2012;35:167-173.
2. H. Sarin Kapoor, R, Kaur, H Kaur. Anaesthesia for renal transplant surgery. *Acta AnaesthesiolScand* 2007;51:1354-1367.
3. Peter Schnuelle, Fokko Johannes van der Woude. Perioperative fluid management in renal transplantation: Anarratverreview of the Literatura. *Transplant International*. 2006;12:947-959.
4. M. Bundga-Nielsen, K. Holte et. Al. Monitoring of peri-operative fluid administration by individualized goal-directes therapy. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2007;51:331-340.
5. Konrad Reinhart, Anders Perner, Charles L. Sprung. Et. Al. Consensus statement of the ESICM task force on colloid volume therapy in critically ill patients. *Intensive Care Med* 2012;38:368-383.
6. De Gasperi A, Narcisi S Mazza. Et. Al. Perioperative fluid management in kidney transplantation : is volume overload still mandatory for graft function? *Tranplant Procedure* 2006; 38:807-809.
7. Paul E. Marik, Xavier Monnet, Jean – Louis Teboul. Hemodynamic parameters to guide a fluid therapy. *Annals of intensive Care*. 2011,1:1.
8. Tomohiro Soga, Shinji Kawahito, RieOi. Recent less-invasive circulatory monitoring during renal transplantation. *Journal of Medical Investigation* 2013;60:159-163.
9. Swan HJ, Ganz W, Forrester Jet al. Catheterization of the heart in man with use of a flow-directed balloon-tipped catheter. *N Engl J Med* 1970;283:447-451.
10. Sharon A. Hunt. Lessons from ESCAPE: The PAC may not kill, but when should we consider 'tailored' therapy?. *European Heart Journal Supplements* 2006;8.
11. Dalen JE, Bone RC. Is it time to pull the pulmonary artery catheter? *JAMA* 1996;276:916-918.
12. M. Bundgaard-Nielsen, K. Holte, N H. Secher. Monitoring of peri-operative fluid administration by individualized goal-directed therapy. *Acta Anaesthesiol Scand* 2007;51: 331-340.
13. Kern JW, Shoemaker WC. Meta-analysis of hemodynamic optimization in high-risk patients. *Crit Care Med* 2002;30:1686-1692.
14. Sandham JD, Hull RD, Brant RF et al. The Canadian critical care clinical trials group. A randomized, controlled trial of the use of pulmonary-artery catheters in high-risk surgical patients. *N Engl J Med* 2003;348:5-14.
15. Polanczyk CA, Rohde LE, Goldman L et al. Right heart catheterization and cardiac complications in patients undergoing non cardiac surgery: an observational study. *J Am Med Assoc* 2001;286:309-314.
16. Maxime Cannesson, Henri Musard, Oliver Desebbe, Et. Al. The Ability of stroke volume variations obtained with vigileo/flotracs system to monitor fluid responsiveness in mechanically ventilated patients. *Anesthesia y Analgesia* 2009;108:
17. Gonzales-Chon O, Arias-Sanchez E, Garcia-Lopez SMC. Monitoreo hemodinámico basado en la variación de la presión de pulso: Sustento fisiológico y perspectiva. *Medigraphic Artemisa en línea*. 2008;15:
18. Manecke GR, Peterson M, Auger WR. Cardiac output determination using arterial pulse: a comparison of a novel algorithm against continuous and intermittent thermodilution. *Crit Care Med* 2004;32:A43.
19. R. Walke, M. Welliver: Vigileo™/FloTrac™ System: Stroke volume variation and hemodynamic trends are beneficial for acute care management of perioperative patients. *The Internet Journal of Anesthesiology*. 2012;30.