



**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
UNIVERSIDAD VERACRUZANA  
DEPARTAMENTO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**

---

---



Universidad Veracruzana

**UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD, H.E. 14.  
CENTRO MEDICO NACIONAL "ADOLFO RUIZ CORTINES"**

**CAMBIOS ELECTROLÍTICOS Y ÁCIDO-BASE EN EL PACIENTE  
SOMETIDO A  
NEFRECTOMÍA DENTRO DE PROTOCOLO PARA DONACIÓN  
RENAL EN LA UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD NO 14  
VERACRUZ**

**TESIS PARA OBTENER EL POSTGRADO  
EN LA ESPECIALIDAD DE:  
ANESTESIOLOGÍA  
PRESENTA:**

**DRA. JANNET SERRANO PATIÑO**

**ASESORES:**

**DR. JESÚS SALVADOR SÁNCHEZ DÍAZ  
DR. JOSÉ FRANCISCO CALZADA GRIJALVA  
DRA. ESTANISLADA MARTINEZ ALFONSO**

**VERACRUZ, VER. ENERO 2017.**



**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
DELEGACION VERACRUZ NORTE  
UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD, H.E. 14.  
CENTRO MEDICO NACIONAL “ADOLFO RUIZ CORTINES”**

**TEMA DE TESIS**

**CAMBIOS ELECTROLÍTICOS Y ÁCIDO-BASE EN EL PACIENTE SOMETIDO A  
NEFRECTOMIA DENTRO DE PROTOCOLO PARA DONACION RENAL EN LA  
UNIDAD MEDICA DE ALTA ESPECIALIDAD NO 14 VERACRUZ**

**DRA. JANNET SERRANO PATIÑO**

**Residente de Anestesiología**

Dr. Armando Muñoz Pérez  
**Director de Educación e Investigación  
en Salud**

Dra. Judith Quistián Galván  
**Jefe de División de Educación en Salud**

Dr. Gustavo Martínez Mier  
**Jefe de División de Investigación en  
Salud**

Dr. Jesús Salvador Sánchez Díaz  
**Asesor clínico**

Dra. Estanislada Martínez Alfonso  
**Asesor clínico**

Dr. Francisco J. Calzada Grijalva  
**Profesor Titular del Curso**

**Número de Registro del Comité Local de Investigación: R-2016-3001-45**



**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 3001 con número de registro 13 CE 30 103 131 ante COFEPRIS  
UNAE HOS ESPECIALIDA NO 14 VERACRUZ VER, VERACRUZ NORTE

FECHA 18/11/2016

**DR. JESUS SALVADOR SANCHEZ DIAZ**

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

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

**CAMBIOS ELECTROLÍTICOS Y ÁCIDO-BASE EN EL PACIENTE SOMETIDO A NEFRECTOMIA DENTRO DE PROTOCOLO PARA DONACION RENAL EN LA UNIDAD MEDICA DE ALTA ESPECIALIDAD NO 14 VERACRUZ**

que 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:

Núm. de Registro
R-2016-3001-43

ATENTAMENTE

  
**DR.(A). MARIO RAMÓN MUÑOZ RODRIGUEZ**  
Presidente del Comité Local de Investigación y Ética en Investigación en Salud No. 3001



**IMSS**  
SEGURIDAD Y SALUD SOCIAL

## ÍNDICE

RESUMEN .....	5
INTRODUCCIÓN .....	7
ANTECEDENTES CIENTÍFICOS.....	10
MATERIAL Y MÉTODOS.....	17
RESULTADOS.....	20
DISCUSIÓN.....	30
CONCLUSIONES.....	33
BIBLIOGRAFÍA.....	34
ANEXOS.....	39
AGRADECIMIENTOS.....	42

## RESUMEN

### **Cambios electrolíticos y ácido-base en el paciente sometido a nefrectomía dentro de protocolo para donación renal en la unidad médica de alta especialidad no 14 Veracruz.**

**Introducción:** Los donantes vivos representan el 25% de las donaciones. Durante el manejo anestésico se debe asegurar la perfusión renal, esto se logra con la administración de líquidos intravenosos. Sin embargo, importantes alteraciones en el equilibrio ácido-base se desarrollan en pacientes a quienes se les infunden grandes volúmenes de solución. Esta entidad es descrita como acidosis metabólica hiperclorémica.

**Objetivo:** Conocer los cambios electrolíticos y ácido-base en el paciente sometido a nefrectomía dentro de protocolo para donación renal en la unidad médica de alta especialidad no. 14 Veracruz.

**Tipo de estudio:** Prospectivo, descriptivo, observacional y longitudinal.

**Material y métodos:** Se analizaron pacientes sometidos a cirugía electiva de nefrectomía para trasplante renal en la UMAE 14 de Veracruz de septiembre a diciembre de 2016. A partir de gasometrías durante el trans quirúrgico bajo anestesia general balanceada. La inducción se realizó con fentanil, propofol y cisatracurio, el mantenimiento con sevoflurano con O<sub>2</sub> a 3 l/min y dosis adicionales de fentanil y cisatracurio. La ventilación mecánica se ajustó para mantener una ETCO<sub>2</sub> entre 28 y 34mmHg. Cuando el paciente estuvo hemodinámicamente estable y con una ETCO<sub>2</sub> dentro de los parámetros establecidos, se realizaron tres intervenciones para PaO<sub>2</sub>, pH, PaCO<sub>2</sub>, concentraciones de (Na<sup>+</sup>), (K<sup>+</sup>), (Cl<sup>+</sup>) y (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) se inició la infusión de solución salina isotónica (0,9%). El análisis estadístico por (ANOVA) de Friedmann con prueba de rangos de Wilcoxon. Se consideró significancia estadística cuando  $p < 0.05$ . Media, desviación estándar y proporciones.

**Resultados:** El pH disminuyó significativamente de 7.38 (basal) a 7.33 (pinzamiento) y a 7.31 (emersión) ( $p < 0.001$ ), la presión parcial de oxígeno en sangre arterial (PaO<sub>2</sub>) de 386 a 383.73 y a 253.55 ( $p < 0.035$ ). El bicarbonato sérico (HCO<sub>3</sub>) de 21.65 mmol/l a 19.34 mmol/l y 18.68 mmol/l ( $p < 0.001$ ) respectivamente. El sodio (na) de 139.6 a 139.18 y a 138.18 ( $p < 0.010$ ). El cloro (Cl) se incrementó de 105.82 mmol/l a 111.55 mmol/l y a 113.55 mmol/l ( $p < 0.05$ ).

**Conclusiones:** Existió disminución en el potencial hidrogeno, presión parcial de oxígeno, bicarbonato sérico, sodio y hubo incremento en los valores del Cloro.

**Palabras claves:** Equilibrio ácido-base, infusión de solución salina isotónica (0.9%), acidosis metabólica.

## SUMMARY

### **Electrolytic and acid-base changes in the nephrectomy patient within protocol for renal donation in the medical center of high specialty No. 14 Veracruz.**

**Introduction:** Living donors account for 25% of donations. During anesthetic management, renal perfusion should be ensured, this is achieved with the administration of intravenous fluids. However, important alterations in the acid-base balance are developed in patients who are infused with a lot of volumes of solution. This entity is described as hyperchloremic metabolic acidosis.

**Objective:** To know the electrolytic and acid-base changes in the patient submitted to nephrectomy within protocol for renal donation in the medical center of high specialty No. 14 Veracruz.

**Study type:** Prospective, descriptive, observational and longitudinal.

**Material and methods:** Patients submitted to elective nephrectomy surgery for renal transplantation in the UMAE 14 Veracruz from September to December 2016 were analyzed. From gasometries during the trans-operative period under general anesthesia. Induction was performed with fentanyl, propofol and cisatracurium, maintenance with sevoflurane with O<sub>2</sub> at 3 L/min and additional doses of fentanyl and cisatracurium. Mechanical ventilation was adjusted to maintain an ETCO<sub>2</sub> between 28 and 34mmHg in patients who has hemodynamically stable and with an ETCO<sub>2</sub> within the established parameters, three interventions were performed for PaO<sub>2</sub>, pH, PaCO<sub>2</sub>, concentrations of (Na<sup>+</sup>), (K<sup>+</sup>), (Cl<sup>-</sup>) and (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) infusion Isotonic saline solution (0.9%). Statistical analysis by Friedmann (ANOVA) with Wilcoxon rank test. Statistical significance was considered when  $p < 0.05$ . Mean, standard deviation and proportions.

**Results:** The pH decreased significantly from 7.38 (baseline) to 7.33 (clamping) and 7.31 (emersion) ( $p < 0.001$ ), arterial oxygen partial pressure (PaO<sub>2</sub>) from 386 to 383.73 and 253.55 ( $p < 0.035$ ). Serum bicarbonate (HCO<sub>3</sub>) from 21.65 mmol/L to 19.34 mmol/L and 18.68 mmol/L ( $p < 0.001$ ) respectively. Sodium (na) from 139.6 to 139.18 and 138.18 ( $p < 0.010$ ). Chlorine (Cl) was increased from 105.82 mmol/L to 111.55 mmol/L and to 113.55 mmol/L ( $p < 0.05$ ).

**Conclusions:** There was decrease in hydrogen potential, oxygen partial pressure, serum bicarbonate, sodium and there was an increase in Chlorine values.

**Key words:** Acid-base balance, infusion of isotonic saline solution (0.9%), metabolic acidosis.

## INTRODUCCIÓN

El trasplante renal, comparado con la terapia dialítica, mejora la calidad de vida en personas con insuficiencia renal en fase terminal. La mortalidad a largo plazo en receptores de trasplante es de 49 a 82% menor que en pacientes que se encuentran en lista de espera, dependiendo de las comorbilidades y condiciones médicas que provocan la insuficiencia renal terminal. En la antigüedad, los únicos trasplantes posibles eran de tejidos, debido a las limitaciones en la técnica para realizar anastomosis vasculares. Fue en 1900 cuando Alexis Carell revolucionó la sutura vascular, lo que permitió realizar trasplantes de órganos. Emerich Ulmann, en 1902, reportó en la Reunión de la Sociedad Médica de Viena el primer caso de autotrasplante de riñón al cuello de un perro, demostrando la funcionalidad de dicho riñón por la producción de orina. En 1906, Mathieu Jaboulay realizó el primer xenotrasplante en humano, y ya para 1909, Ernst Unger, en Berlín, reportó un trasplante exitoso de ambos riñones en perros: de un fox terrier a un boxer. No fue sino hasta 1936 cuando se realizó el primer alotrasplante por el cirujano soviético Yu Yu Voronoy, en Ucrania. Para 1951, en París se reportaron siete trasplantes con malos resultados. El primer trasplante exitoso en el mundo se llevó a cabo en 1954 por Murray JE, Merrill JP y Harrison JH en el Hospital Peter Bent Brigham en EUA; se realizó entre hermanos gemelos homocigotos y tuvo una sobrevida del injerto mayor de un año. En México, el primer trasplante renal fue realizado por los doctores Manuel Quijano, Gilberto Flores y Federico Ortiz Quezada en el Centro Médico Nacional del IMSS, en 1963; desde entonces se han construido más de 106 centros de trasplante en diferentes estados del país. En México, entre 1963 y el año 2002, se habían realizado un total de 12,198 trasplantes renales, con una gran disparidad en la proporción de trasplantes de donador vivo y de cadáver. El bajo índice de trasplantes provenientes de cadáver se debe a la falta de cultura de donación en nuestro país, pero también se sustenta parcialmente en que el trasplante de donador vivo mejora el pronóstico en comparación al injerto de cadáver, ya que en algunos casos se puede programar el trasplante antes de la

diálisis, y se puede llevar a cabo en las mejores condiciones del receptor, ya que es una cirugía programada. <sup>(1)</sup>

La insuficiencia renal crónica terminal es una etiología comúnmente tratada con hemodiálisis, diálisis peritoneal, igualmente con dieta y terapia farmacológica. Sin embargo, la rehabilitación total del paciente urémico no se alcanza con dichos tratamientos. El trasplante renal se considera el mejor tratamiento para los pacientes con enfermedad renal crónica. Esto es una realidad y ofrece una recuperación de la calidad y oportunidad de vida satisfactoria. Actualmente, el trasplante renal se hace de donador cadavérico, donador vivo relacionado y, de acuerdo con la demanda de órganos, es una opción el donador vivo relacionado emocionalmente.<sup>(2)</sup>

La nefrectomía de donante vivo para trasplante ha experimentado un incremento en la última década en todo el mundo, este procedimiento afecta a un individuo sano, sometido a una cirugía mayor, sin beneficio personal, en favor de otro paciente y se debe tener un cuidadoso manejo de fluidos y la colaboración interdisciplinaria intraoperatoria para minimizar riesgos. Los donantes, en general, son individuos ASA I-II con función renal conservada que no requieren medidas específicas para la realización de una anestesia general; a excepción de una fluidoterapia agresiva con el fin de preservar el injerto. <sup>(3)</sup>

Tradicionalmente se ha utilizado solución fisiológica 0.9% por riesgos de producir hiperpotasemia con soluciones enriquecidas con potasio. El contenido de cloruro conduce a muchos cambios fisiopatológicos, especialmente en cuanto a la función renal, tanto en animales como voluntarios humanos sanos. Se ha realizado estudios de cohortes para analizar los efectos adversos que provocan grandes volúmenes de solución salina al 0,9%, los cuales tienen un resultado clínico considerable así como en pacientes críticamente enfermos en comparación con otras soluciones equilibradas. Los principales eventos adversos son el incremento



en la incidencia de lesión renal aguda y la necesidad de terapia de reemplazo causada por solución salina al 0,9% y la hipercloremia. <sup>(4)</sup>

El enfoque de Stewart, modificado por Figge, se ha aplicado al análisis de trastornos ácido-base, y algunos estudios encontraron una mayor sensibilidad en comparación con el método tradicional. Los marcadores de acidosis tales como el pH, el exceso de base estándar y el lactato se usan a menudo para predecir qué pacientes pueden deteriorarse. Sigue habiendo mucha incertidumbre sobre el valor pronóstico de estas variables tradicionales. Con el enfoque de Stewart, se ha sugerido un mayor valor pronóstico de la identificación de aniones no medidos, y se ha renovado el interés por la acidosis metabólica hiperclorémica. <sup>(5)</sup>

## ANTECEDENTES CIENTÍFICOS

Los donantes vivos representan el 25% de las donaciones y ofrecen una mayor supervivencia que el injerto de trasplante cadavérico. La hidratación del paciente es esencial, se prefieren las infusiones de entre 60 y 90 ml / kg. Los vasopresores no deben ser utilizados. La diuresis no debe ser mayor a 2 ml / kg / h. La evaluación de un posible donante vivo puede realizarse por un médico independiente, seguido por un nefrólogo, psiquiatra y equipo quirúrgico de los urólogos. Los estudios iniciales deben incluir: historia y examen físico completo, la tipificación de anticuerpos leucocitarios humanos (HLA), los análisis de sangre (urea, creatinina, electrolitos, calcio, fósforo, albúmina), pruebas de coagulación, prueba serológica para el virus de inmunodeficiencia humana (VIH), citomegalovirus, virus de la varicela, virus herpes, el virus de Epstein Barr, virus de la hepatitis B / C, y el PPD (Derivado proteico purificado), electrocardiograma, radiografía de tórax, y la tomografía computarizada con la fase urográfica y vascular. En los hombres, la exploración testicular está incluido, y en los mayores de 50, antígeno prostático. En las mujeres mayores de 40 años, la mamografía. <sup>(6)</sup>

Es obligatorio que el donante vivo mantenga el riñón con las mejores condiciones. La anatomía renal tiene que evaluarse por medio de la angiografía por tomografía computarizada multidetector y urografía con reconstrucciones. En los casos en los que ambos riñones tienen características similares, es elegido quitar el riñón izquierdo, que es el que tiene la vena renal más larga y facilitará la implantación. <sup>(6)</sup>

La nefrectomía derecha se ha atribuido a un mayor número de complicaciones tales como trombosis venosa, mayor retraso en la recuperación funcional, y, en, mayor número generales de pérdida del implante debido a dificultades técnicas durante la anastomosis vascular; sin embargo, estudios recientes sugieren que, aunque existe un aumento mínimo en el riesgo del fallo en el injerto, se considera

como una opción perfectamente aceptable en los donantes a los que está contraindicada la nefrectomía izquierda. <sup>(6)</sup>

A diferencia de otros procedimientos en vivo, el de donante renal se asocia con riesgos muy pequeños para el donante cuando se ejecuta correctamente, por lo que ha ganado aceptación en todo el mundo. <sup>(7)</sup>

En la valoración preanestésica se realiza una íntegra evaluación de la salud del paciente, lo cual incluye la medición de sus reservas orgánicas funcionales y la estimación de probables complicaciones durante el perioperatorio, que al final proporcionan un perfil de riesgo clínico que permita realizar intervenciones influyentes a corto y a largo plazo en la morbilidad. <sup>(8)</sup>

En la evaluación preoperatoria, la mayoría de los donantes son ASA I y II; Sin embargo, se requiere una evaluación preoperatoria completa, incluyendo una medición precisa de la función renal de forma obligatoria. Los donantes se clasifican como "complicado" si se acompañan con comorbilidades, como obesidad, si tienen anomalías vasculares (por ejemplo, múltiples arterias renales), o se está obligado a tener una nefrectomía derecha (que es quirúrgicamente más exigente). <sup>(9)</sup>

#### Anestesia para la nefrectomía del donador

Los donantes están en riesgo moderado para el desarrollo de la enfermedad tromboembólica venosa y deben recibir heparina profiláctica de bajo peso molecular (que comienza antes de la cirugía y continuar durante al menos 5 días o hasta el alta), complementado con medias graduadas y dispositivos de compresión neumática intermitente. Las consideraciones del acto anestésico incluyen el acceso venoso generoso, por la pérdida de sangre raramente significativo. Se debe prestar especial atención a la prevención de las complicaciones relacionadas con la posición (daño en los nervios, el compromiso

de las vías respiratorias, úlceras por presión, el compromiso de acceso venoso). Es de vital importancia para mantener la presión de perfusión igual o superior a los valores preoperatorios. Esto se logra a través de precarga de líquido y el mantenimiento de un equilibrio de fluidos positivo durante todo el procedimiento. La dopamina es el inotrópico más utilizado para apoyar la presión arterial media en caso de ser requerido. Los fluidos intravenosos deben ser calentados y se deben tomar medidas exhaustivas para prevenir la hipotermia. <sup>(9)</sup>

Sobre el impacto de la farmacocinética y la farmacodinamia, como la mayoría de los fármacos anestésicos son excretados por los riñones, hay algunas alteraciones en el perfil farmacocinético de estos fármacos. En general, los fármacos lipofílicos y altamente ionizados que se excretan a través de los riñones muestran acumulación en la insuficiencia renal crónica. <sup>(10)</sup>

Los agentes nefrotóxicos potenciales deben evitarse en cualquier paciente, pero particularmente en pacientes sometidos a cirugía de trasplante y en potenciales donantes de riñón. El sevoflurano puede ser utilizado con seguridad durante la cirugía de trasplante renal, como el isoflurano y desflurano. Si una inducción de secuencia rápida no es necesaria, los relajantes musculares no despolarizantes pueden ser usados, el atracurio y el cisatracurio se recomiendan, ya que son inactivados por eliminación Hofmann y la hidrólisis por esterases independiente de la función renal. Propofol y tiopental son seguros para la inducción de la anestesia en la cirugía de trasplante renal, ya que son inactivados en el hígado. Todos los análogos de fentanilo (incluyendo alfentanilo, sufentanilo y remifentanilo) se puede utilizar sin peligro. <sup>(11,12)</sup>

## Alteraciones del equilibrio ácido base

El normal funcionamiento celular requiere mantener la concentración de hidrogeniones ( $H^+$ ) del líquido extracelular (LEC) en límites muy estrechos (el pH compatible con la vida está en torno a 7,35-7,45). Dado que los procesos metabólicos generan gran cantidad de ácidos, el organismo necesita neutralizar y eliminar los  $H^+$  para mantener constante el pH ( $-\log [H^+]$ ) del LEC. <sup>(13)</sup>

Principales parámetros implicados en el estudio del equilibrio ácido básico

*pH*,  $PaCO_2$  y  $HCO_3^-$ . Se obtienen, directa o indirectamente, del auto analizador de gases. Otras determinaciones (exceso de bases ...) no aportan cuestiones relevantes. La presión arterial de oxígeno ( $PaO_2$ ), la fracción inspiratoria de oxígeno ( $FiO_2$ ) y el gradiente alvéolo-arterial de oxígeno ( $A-aPO_2$ ) son imprescindibles en el estudio de los problemas respiratorios. <sup>(13)</sup>

*Sodio ( $Na^+$ ), potasio ( $K^+$ ), cloro ( $Cl^-$ ) y osmolaridad.* Esta última, tanto medida directamente como calculada según la fórmula  $2 \times [Na^+] \text{ plasmático} + [Glucemia] / 18 + BUN$  (nitrógeno ureico). Se detecta así la eventual existencia de un hiato osmolar (diferencia entre la osmolaridad medida y la calculada superior a 10 mOsm/kg), algo especialmente importante en casos de acidosis metabólica con sospecha de haber sido provocada por tóxicos. <sup>(13)</sup>

*Anión gap o hiato aniónico.* Representa los aniones habitualmente no medidos -proteínas, fosfatos, sulfatos- cuyo valor ( $12 \pm 2$ ) se halla mediante la diferencia entre la  $[Na^+]$  (principal catión) y la de los aniones medidos más abundantes -hiato aniónico (o anión gap) =  $[Na^+] - ([Cl^-] + [HCO_3^-])$ . La acidosis metabólica por acúmulo de ácidos o normoclorémicas cursan con hiato aniónico aumentado mientras que las provocadas por pérdida de bicarbonato suelen tenerlo normal. <sup>(13)</sup>

Cuando se administran cristaloides, la solución salina de 0.9% es frecuentemente administrada por ser isotónica con respecto al plasma. Sin embargo, importantes alteraciones en el equilibrio ácido-base se desarrollan en pacientes a quienes se les infunden grandes volúmenes de esta solución. Esta entidad es descrita como acidosis metabólica hiperclorémica. La acidosis metabólica hiperclorémica es una alteración ácido-base frecuente no identificada y es secundaria a reanimaciones agresivas y al uso no racional de la solución salina al 0.9%, la cual está constituida por 154 mEq/L de Na<sup>+</sup>, 154 mEq/L de Cl<sup>-</sup> y pH de 5.0, osmolaridad 308. <sup>(14,15)</sup>

La descripción de la acidosis metabólica hiperclorémica data de principios del siglo XX y hasta años recientes generó controversia en relación al principio fisicoquímico que la genera. La explicación clásica de esta entidad conllevó al concepto de «acidosis dilucional» por disminución en la concentración de HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> secundaria al volumen infundido. <sup>(14)</sup>

El modelo fisicoquímico cuantitativo de Stewart para el análisis de las alteraciones ácido-base (AB) en años recientes ha fundamentado la etiología de la acidosis metabólica hiperclorémica. El Dr. Stewart, a diferencia de lo propuesto por Henderson Hasselbalch a principios del siglo pasado, considera como variables independientes para la determinación del pH en los líquidos corporales a la presión del dióxido de carbono (pCO<sub>2</sub>), la diferencia de iones fuertes aparente y efectivo (DIF) y la concentración de ácidos no volátiles débiles (ATOT) determinados por albúmina y fosfatos. Esta teoría se desarrolla a partir de la ley de la electroneutralidad, que postula que en soluciones acuosas la suma de todos los iones cargados positivamente debe ser igual a la suma de todos los iones cargados negativamente y la ley de conservación de la masa, que postula que la cantidad de una sustancia permanece constante a menos que ésta sea adicionada o generada, removida o destruida. <sup>(14,15,16)</sup>

En este modelo fisicomatemático el origen de los iones hidrógeno en los compartimentos corporales ( $H^+$ ) está determinado por la disociación del agua, la cual depende de la concentración de la  $PCO_2$ , la DIF y los ATOT. Las consecuencias de la administración de soluciones salinas isotónicas de manera excesiva en la reanimación inicial sobre la concentración de  $H^+$  se explica mediante el análisis y cálculo de la DIF. Un ion fuerte se define como aquel que está completamente disociado a pH fisiológico. El  $Na^+$  y el  $Cl^-$  son los principales iones fuertes del plasma y su relación relativa es 1:1. La DIFa resulta de la diferencia de cationes y aniones en los líquidos del organismo con valores normales plasmáticos de 40 a 42. Para mantener el principio de la electroneutralidad a nivel sistémico una disminución del DIFa por incremento en la concentración de cationes, los  $H^+$  incrementarán su concentración por ser aniones débiles, por lo que producirá acidosis metabólica. <sup>(15,16)</sup>

En un litro de plasma que contiene sólo dos iones, sodio de 140 y cloro de 110, la diferencia de iones fuertes (SID) sería de 30; si a este litro de plasma le agregáramos un litro de solución salina al 0.9%, el cual contiene 154 mEq/L de Na y 154 mEq de Cl y se le hace la suma algebraica tendremos que el contenido de Na y de Cl por litro será de 147 y 132 mEq respectivamente, con una SID de 15 y cloro de 132 mEq/L, dando como resultado una acidosis metabólica hiperclorémica. Esto se torna de suma importancia debido a la tendencia de reanimar con solución salina al 0.9%; sin embargo, conlleva efectos adversos fisiopatológicos en estudios experimentales con animales y personas sanas. Los cambios que se observan con el uso de soluciones salinas no se producen con soluciones balanceadas. Los efectos adversos que ocasiona el uso de estas soluciones son la necesidad y el aumento de incidencia de la terapia de remplazo renal continua y la hipercloremia patológica y la asociación con mortalidad en pacientes postquirúrgicos. La causa es principalmente un aumento de la reabsorción de cloro, lo que posteriormente conduce a la activación de la urodilatina, de la familia de la hormona antidiurética a nivel renal. Este aumento de

la reabsorción y activación de la urodilatina posteriormente causa liberación de la adenosina, ocasionando vasoconstricción renal en la arteria aferente mediada por A-1, disminución de la perfusión renal y aumento de la resistencia en arteria aferente. Por lo tanto, el riñón humano tarda aproximadamente en restablecer las concentraciones de cloro y sodio aproximadamente dos días. Aparte del desarrollo de acidosis metabólica hiperclorémica, el alto contenido de cloro en la solución salina 0.9% puede ser perjudicial para la función renal mediante el aumento de la resistencia vascular renal. <sup>(17)</sup>

La de solución salina 0.9% es probablemente el cristaloides intravenoso más utilizado. Infusiones de gran volumen de solución salina pueden causar acidosis hiperclorémica, sobrecarga de líquidos, edema intersticial, y resultados postoperatorios adversos. Estos problemas son menos pronunciados con el uso de cristaloides equilibrados, que tienen una composición de electrolito más cercano al de plasma. La hipercloremia también puede afectar adversamente la función renal. Estudios en animales han sugerido que es el determinante crítico para cambios en el flujo sanguíneo renal, mediada principalmente por los efectos sobre arteria aferente y vasos arteriales intrarrenales. En experimentos caninos, la infusión intrarrenal de soluciones que contienen cloruro, tales como la solución salina o de NH<sub>4</sub>Cl, dio lugar a reducciones en el flujo sanguíneo renal y la tasa de filtración glomerular (TFG). Por otra parte, a concentraciones patológicamente elevadas de cloruro llevó a la vasoconstricción renal grave. <sup>(18,19,20)</sup>



## MATERIAL Y MÉTODOS

**Diseño:** Prospectivo, descriptivo, observacional y longitudinal.

**Universo de trabajo:** Pacientes pertenecientes al servicio de anestesiología de la UMAE No 14 en Veracruz, Ver.

**Lugar donde se desarrolló el estudio:** Unidad Médica Alta Especialidad “Adolfo Ruiz Cortines” No14 perteneciente al Instituto Mexicano del Seguro Social.

**Duración del estudio:** De septiembre a diciembre de 2016.

### **Criterios de selección**

#### ***Criterios de inclusión.***

- Pacientes que se programaron de forma electiva para cirugía nefrectomía dentro del protocolo de trasplante renal de la UMAE no 14.
- Paciente masculino o femenino de 18 a 60 años.
- Paciente en estado ASA I o ASA II.
- Pacientes que se manejaron con anestesia general balanceada.
- Pacientes que firmaron consentimiento informado.
- Pacientes que contaron con las tres muestras gasométricas correspondientes.

#### ***Criterios de exclusión.***

- Pacientes mayores a 60 años.
- Pacientes que no deseen participar en el estudio.
- Pacientes que no se logró la toma de las tres gasometrías.

### ***Criterios de Eliminación.***

-Paciente que no acepte participar en el estudio.

### **Descripción general del estudio.**

Previa aceptación del protocolo de estudio por el comité local de ética e investigación y habiendo obtenido una carta de consentimiento informado por cada uno de los pacientes, siendo respetados todos los acuerdos en los códigos de ética internacionales de Helsinki 2004, México 2002, Hong Kong 1984, Venecia 1983 y Tokio 1975, y el código de Bioética para el personal de salud de México Distrito Federal 2002, así como lo declarado en el artículo 17 del reglamento de la Ley General de Salud en materia de Investigación en Salud, se llevó a cabo el siguiente estudio.

La recolección de datos fue a partir de las gasometrías realizadas durante el transquirurgico y las fichas de anestesia de los pacientes comprendidos en el estudio. Se les realizó visita preanestésica para evaluar su estado físico y exámenes de laboratorio. El monitoreo intraoperatorio incluyó presión arterial invasiva, electrocardiograma, oxímetro de pulso, frecuencia cardiaca y medición de gases espirados con capnógrafo. Todos los pacientes se manejaron con anestesia general balanceada. La inducción se realizó con fentanil 3-5 mcg/kg, propofol 2 mg/kg y cisatracurio 100-150 mg/kg, el mantenimiento fue con sevorane con O<sub>2</sub> a 3 l/min así como dosis adicionales de fentanil y cisatracurio de acuerdo a requerimiento. La ventilación mecánica se ajustó para mantener una ETCO<sub>2</sub> entre 28 y 34mmHg. Cuando el paciente estuvo hemodinamicamente estable y con una

ETCO<sub>2</sub> dentro de los parámetros establecidos, se tomó la primera muestra de sangre (basal). La muestra se analizó para PaO<sub>2</sub>, pH, PaCO<sub>2</sub>, concentraciones de (Na<sup>+</sup>), (K<sup>+</sup>), (CL<sup>+</sup>) y (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) séricos. Después de obtener la muestra basal, se inició la infusión de solución salina isotónica (0,9%), la cual contiene 154 mEq de sodio y 154 mEq de cloruro. La segunda muestra de sangre arterial se tomó durante el pinzamiento del hilio renal previo a la realización de la nefrectomía (cuando se consideró que la hidratación era máxima) y la tercera muestra al finalizar el procedimiento quirúrgico, previo a la emersión de la anestesia.

### **Análisis estadístico.**

Las variables numéricas son resumidas como media y desviación estándar y las categóricas como proporciones (DE), para la comparación de los efectos hemodinámicos el test de t de Student e intervalos de confianza (IC). Para comparar la diferencia de las variables numéricas en los diferentes tiempos utilizando la prueba de análisis de varianza de medidas repetidas (ANOVA) de Friedmann con prueba de rangos de Wilcoxon.

El valor de  $p < 0,05$  fue considerado estadísticamente significativo. Los datos fueron analizados en el paquete estadístico SPSS v 22. (*SPSS, Chicago, IL, EE.UU.*)

## RESULTADOS

Se analizaron 11 pacientes en total siendo 7 (64 %) del género masculino y con ASA I 8 (73 %) las demás características demográficas se muestran en la tabla 1.

Existió diferencia en la frecuencia cardiaca (FC) con media al inicio de 82.91 DE 9.88 y al final de 97.00 DE 11.89  $p < 0.05$ , tabla 2. En la tabla 3 se muestran la descripción de las variables de estudio.

Durante la infusión de solución salina isotónica al 0.9% el potencial hidrogeno (pH) disminuyó significativamente de 7.38 (basal) a 7.33 (pinzamiento) y a 7.31 (emersión) ( $p < 0.001$ ), grafica 1. De la presión parcial de oxígeno en sangre arterial (PaO<sub>2</sub>) disminuyó significativamente de 386 (basal) a 383.73 (pinzamiento) y a 253.55 (emersión) ( $p < 0.035$ ), grafica 2. De bióxido de carbono disuelto en sangre (PacO<sub>2</sub>) fue de 34.81 (basal) a 34.63 (pinzamiento) y a 35.81 (emersión) ( $p:0.72$ ), grafica 3. El bicarbonato sérico (HCO<sub>3</sub>) también mostró cambios significativos, teniendo como valor basal 21.65 mmol/l, en el pinzamiento 19.34 mmol/l y en la emersión 18.68 mmol/l ( $p < 0.001$ ) grafica 4. El Sodio (Na) tuvo un valor basal 139.64, en el pinzamiento 139.18 y en la emersión 138.18 ( $p < 0.010$ ) grafica 5. Potasio (K) de valor basal 3.88, en el pinzamiento 3.77 y en la emersión 3.94 ( $p:0,59$ ) grafica 6. El cloro (Cl) se incrementó con un valor basal de 105.82 mmol/l, durante el pinzamiento de 111.55 mmol/l y a la emersión de 113.55 mmol/l ( $p < 0.05$ ) grafica 7.

## TABLAS Y GRAFICAS

**TABLA 1. CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS DE LOS PACIENTES**

n:11	MEDIA	DE	MÍNIMO	MÁXIMO
<b>EDAD (años)</b>	37.55	12.22	20	57
<b>PESO (kg)</b>	70.36	13.77	47	92
<b>ASA I/II n/%</b>	8/73-3/27			

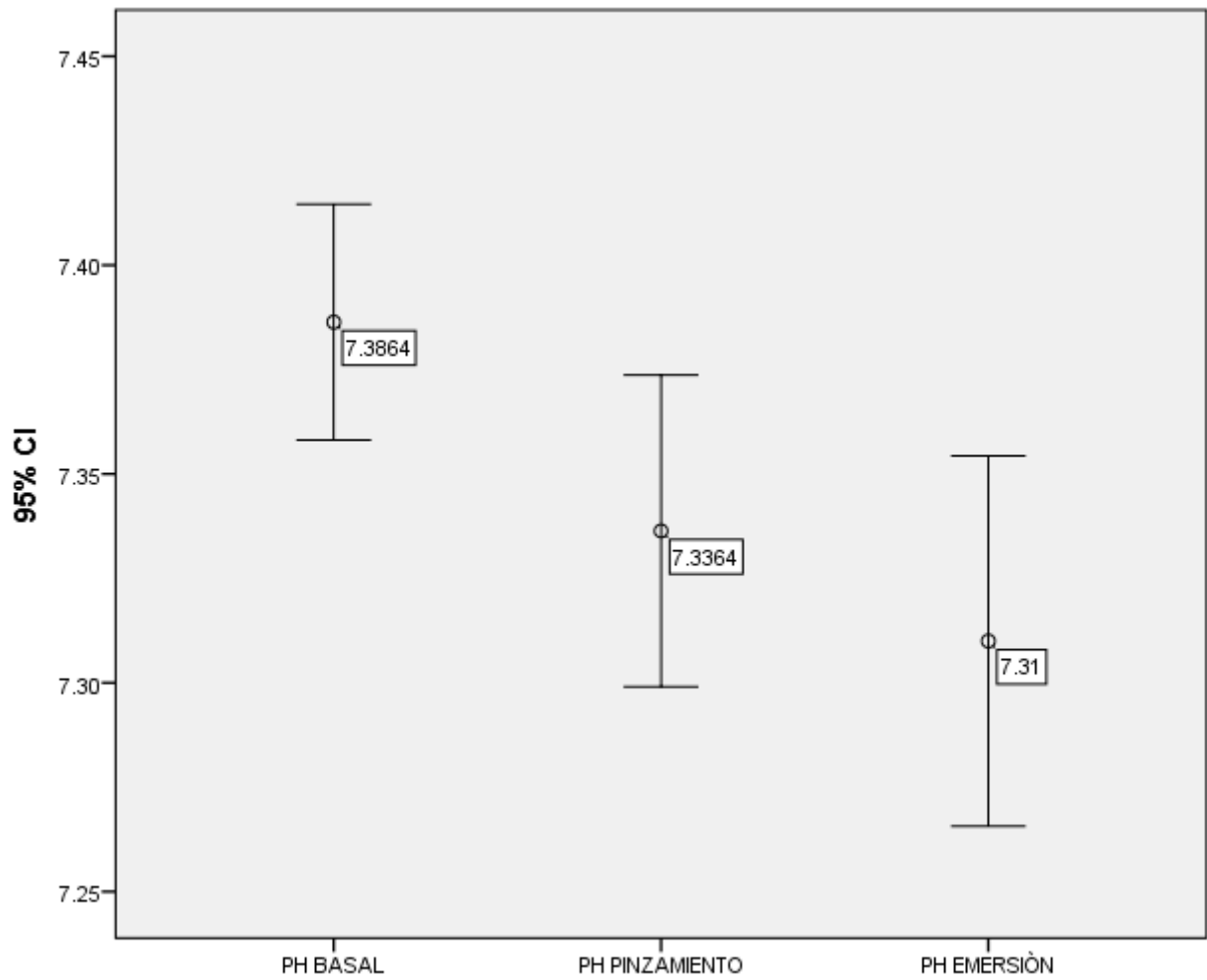
**TABLA 2. EFECTOS HEMODINÁMICOS PRE Y POST ESTUDIO**

	MEDIA	DE	IC	p
<b>FC INICIAL</b>	82.91	9.88		
<b>FC FINAL</b>	97.00	11.89	-22.294	< 0.05
<b>TAS INICIAL</b>	129.82	11.44		
<b>TAS FINAL</b>	127.09	17.39	-4.862	0.44
<b>TAD INICIAL</b>	77.00	11.17		
<b>TAD FINAL</b>	76.82	10.73	-3.496	0.91

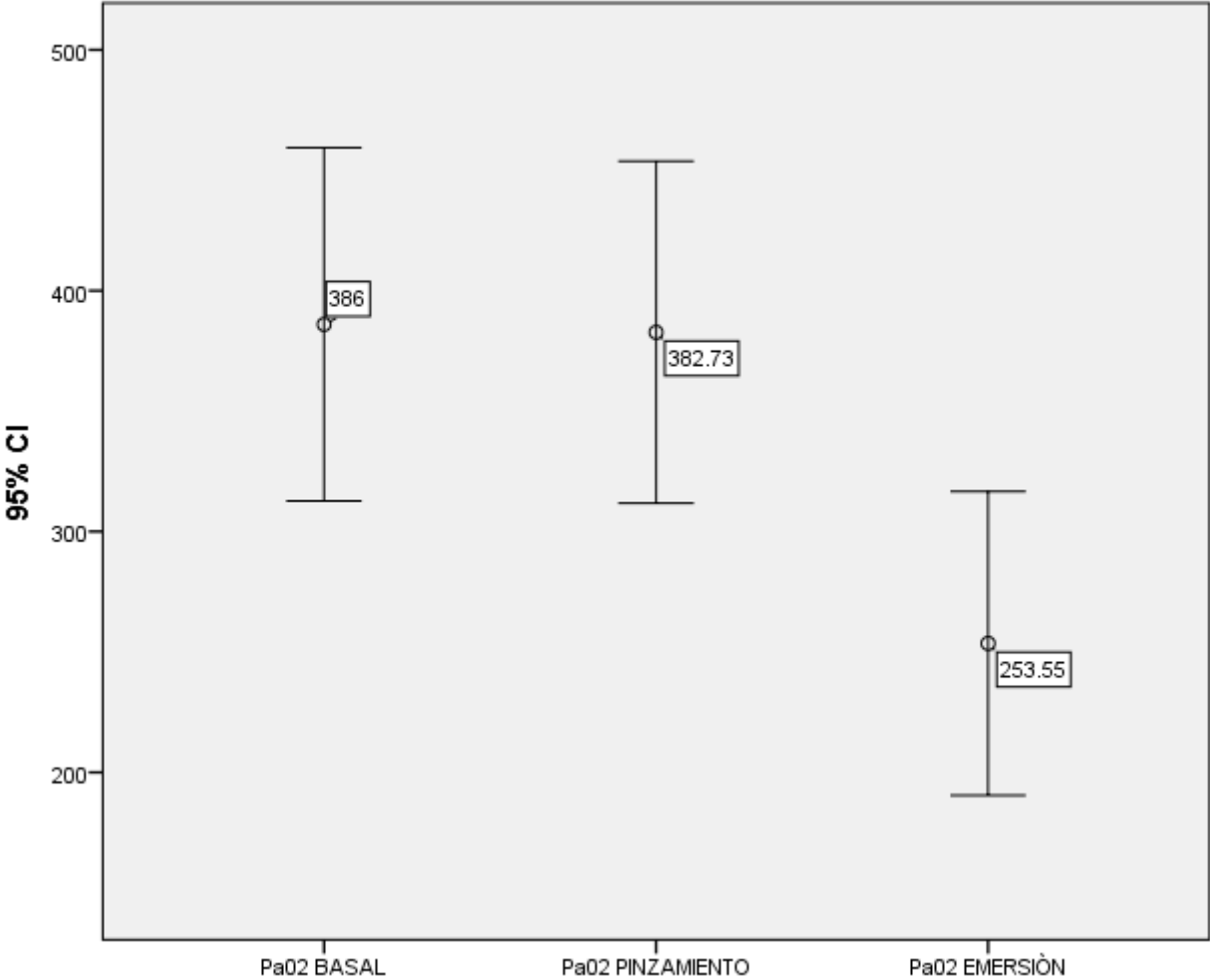
**TABLA 3. CAMBIOS ELECTROLÍTICOS Y ACIDO-BASE DE VARIABLES DE ESTUDIO**

	<b>MEDIA</b>	<b>DE</b>	<b>MÍNIMO</b>	<b>MÁXIMO</b>
<b>PH BASAL</b>	7.3864	0.042	7.30	7.43
<b>PH PINZAMIENTO</b>	7.3364	0.055	7.25	7.42
<b>PH EMERSIÒN</b>	7.3100	0.066	7.16	7.38
<b>PaO2 BASAL</b>	386.00	109.14	141	593
<b>PaO2 PINZAMIENTO</b>	382.73	105.68	235	548
<b>PaO2 EMERSIÒN</b>	253.55	93.95	70	375
<b>PaCO2 BASAL</b>	34.82	6.70	24	44
<b>PaCO2 PINZAMIENTO</b>	34.64	7.52	22	47
<b>PaCO2 EMERSIÒN</b>	35.82	10.46	27	65
<b>HCO3 BASAL</b>	21.655	3.31	13.9	24.5
<b>HCO3 PINZAMIENTO</b>	19.345	1.70	14.7	21.0
<b>HCO3 EMERSIÒN</b>	18.68	2.15	14	23
<b>Na BASAL</b>	139.64	1.69	136	142
<b>Na PINZAMIENTO</b>	139.18	1.32	138	142
<b>Na EMERSIÒN</b>	138.18	2.08	135	142
<b>K BASAL</b>	3.882	0.27	3.4	4.3
<b>K PINZAMIENTO</b>	3.773	0.37	3.4	4.5
<b>K EMERSIÒN</b>	3.945	0.65	2.9	5.1
<b>CI BASAL</b>	105.82	3.34	100	112
<b>CI PINZAMIENTO</b>	111.55	2.20	109	116
<b>CI EMERSIÒN</b>	113.55	2.42	109	117

**GRAFICA 1. CAMBIOS DEL POTENCIAL HIDROGENO (pH) EN LOS TRES TIEMPOS DE INFUSIÓN DE SOLUCIÓN SALINA ISOTONICA AL 0.9%.**

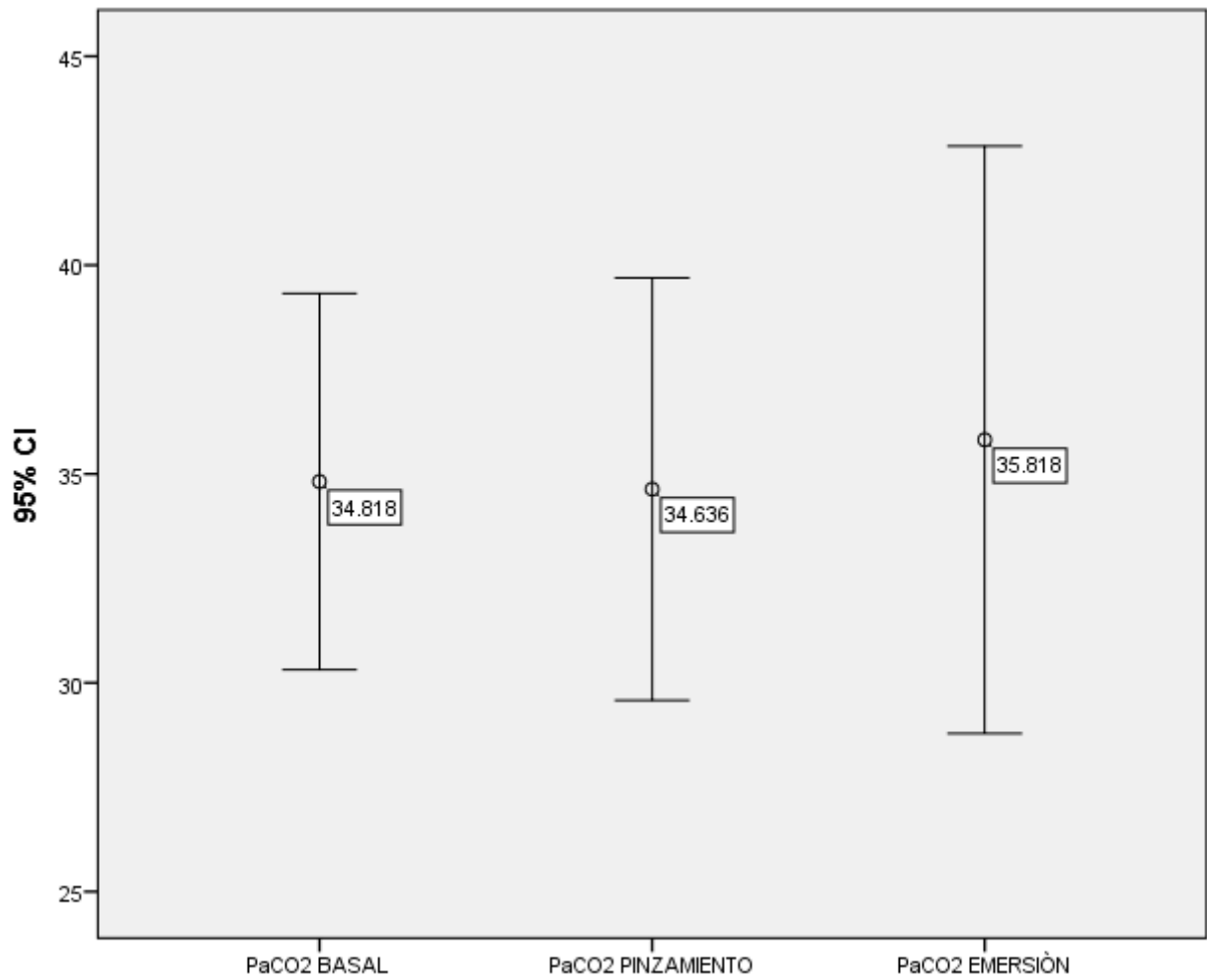


**GRAFICA 2. CAMBIOS DE LA PRESIÓN PARCIAL DE OXÍGENO EN SANGRE ARTERIAL (PAO2). EN LOS TRES TIEMPOS DE INFUSIÓN DE SOLUCIÓN SALINA ISOTONICA AL 0.9%.**

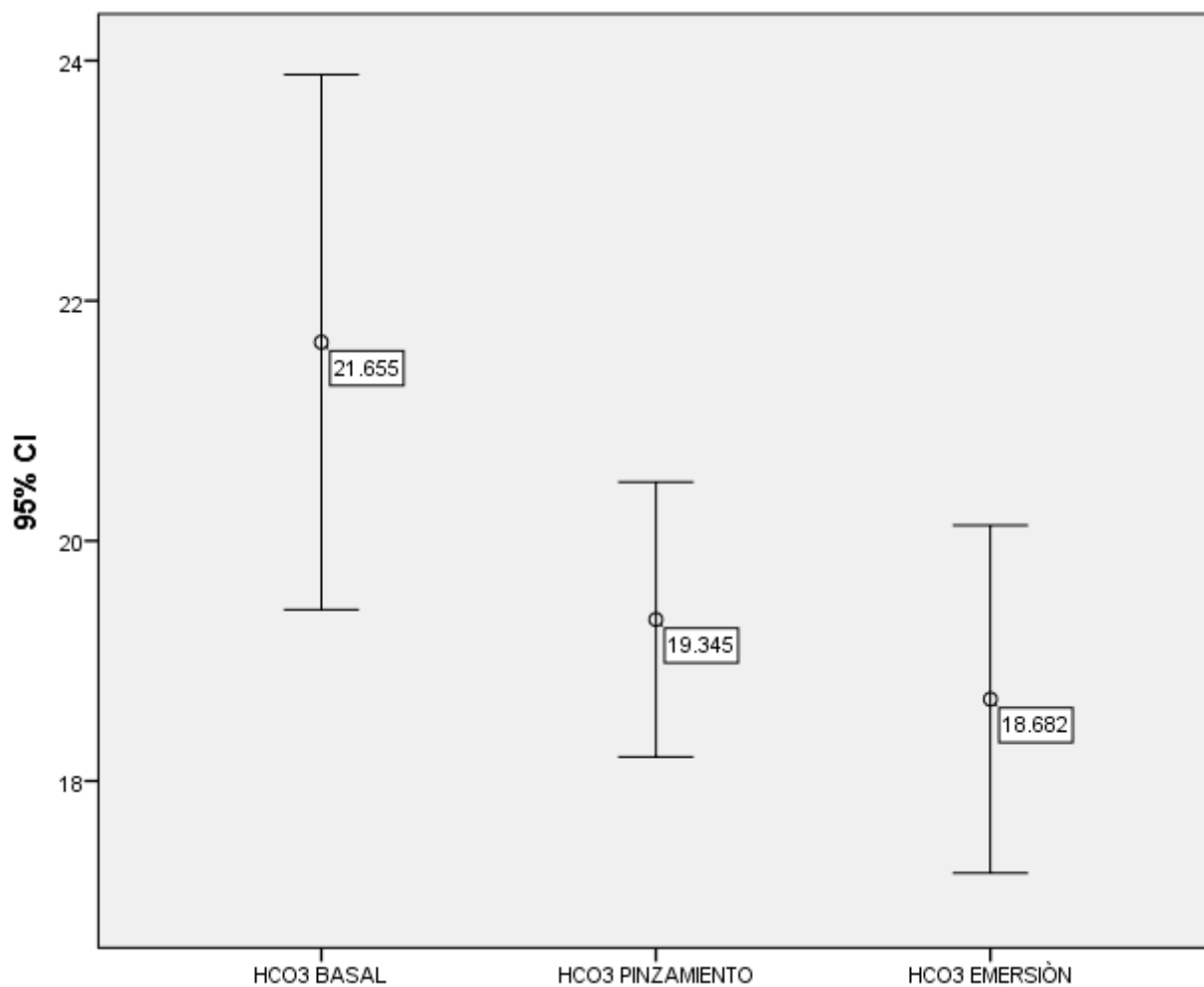




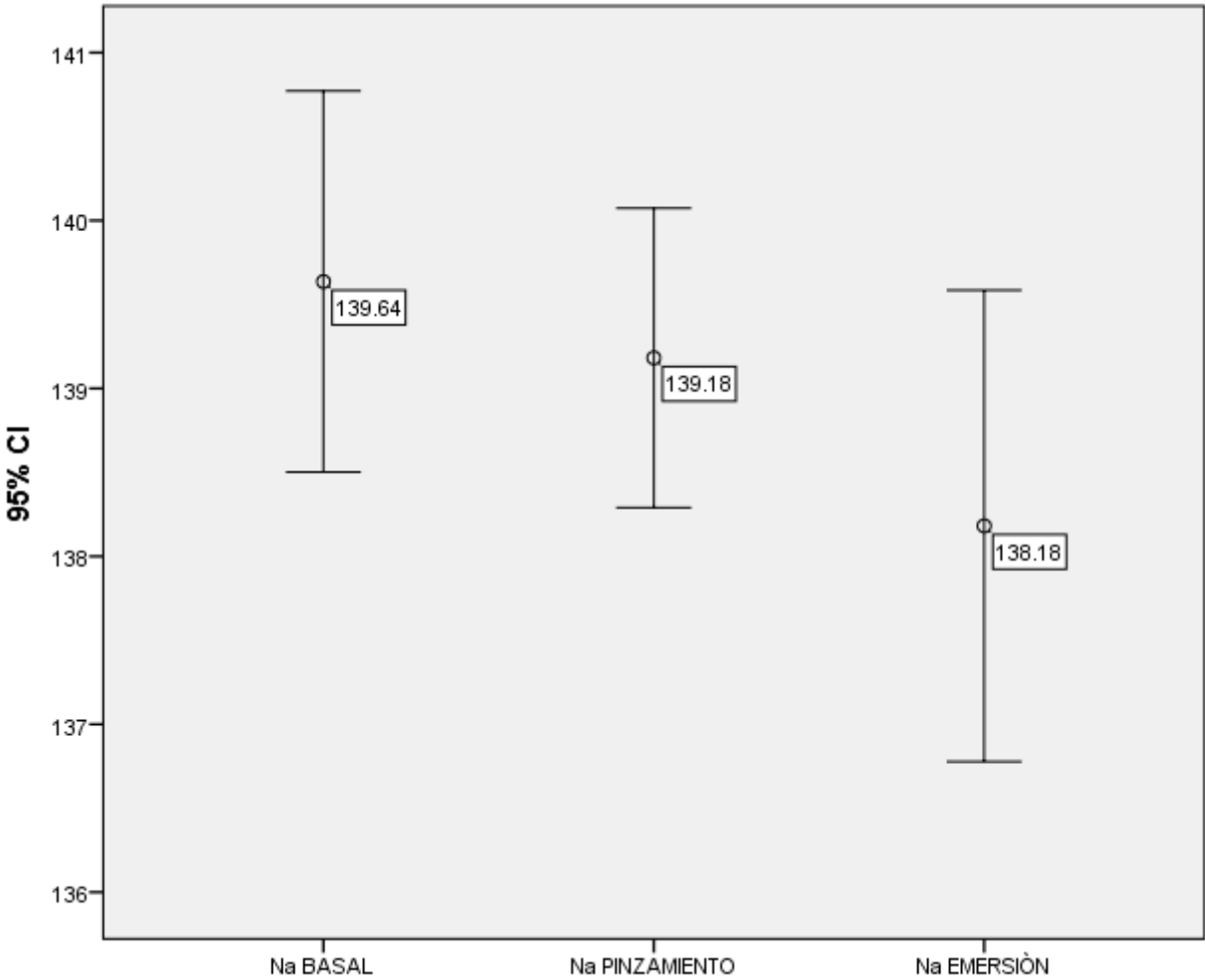
**GRAFICA 3. CAMBIOS DE LA CANTIDAD DE BIÓXIDO DE CARBONO DISUELTO EN SANGRE (PaCO<sub>2</sub>). EN LOS TRES TIEMPOS DE INFUSIÓN DE SOLUCIÓN SALINA ISOTONICA AL 0.9%.**



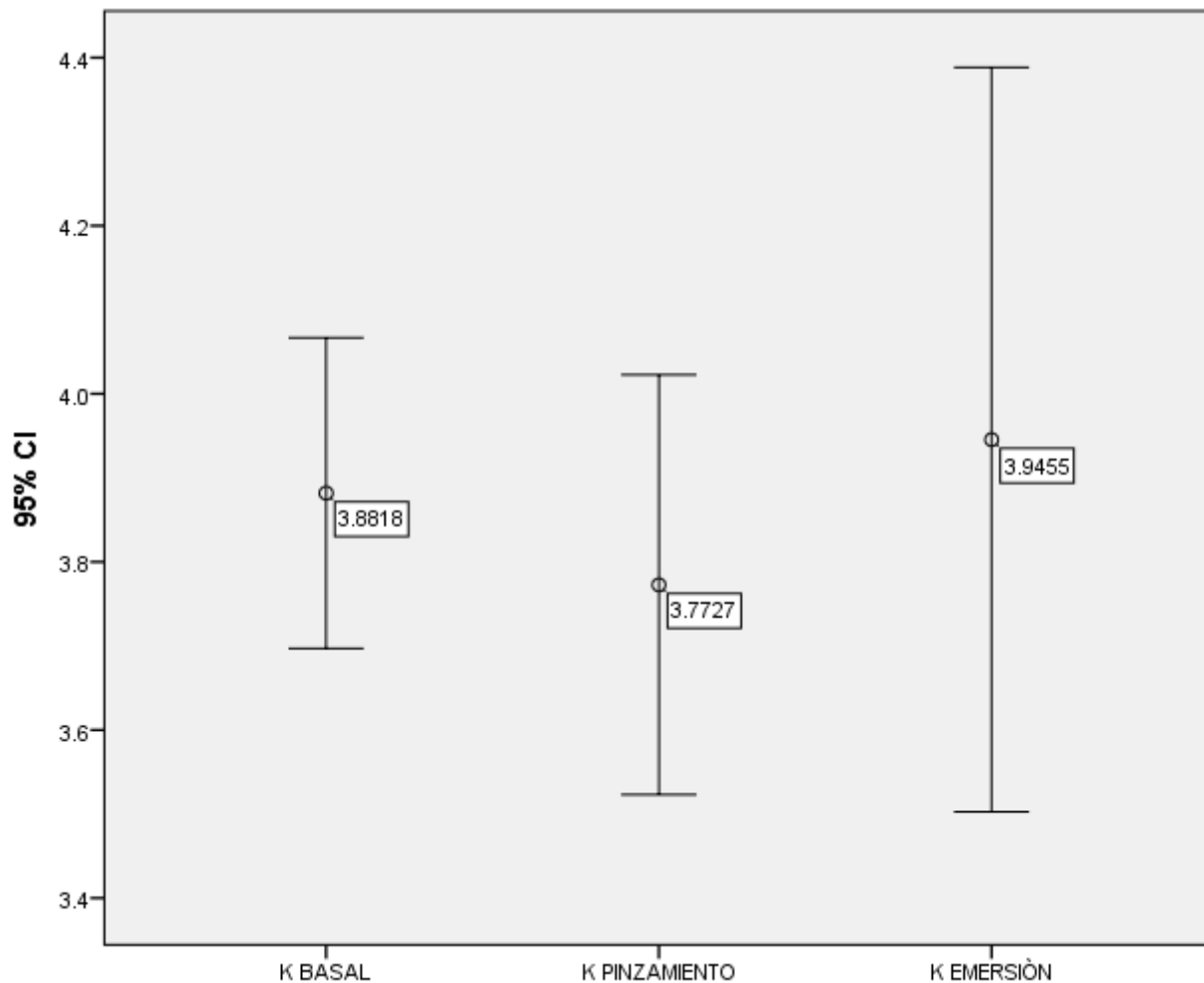
**GRAFICA 4. CAMBIOS DE LA CANTIDAD DE BICARBONATO (HCO<sub>3</sub>) EN LOS TRES TIEMPOS DE INFUSIÓN DE SOLUCIÓN SALINA ISOTÓNICA AL 0.9%.**



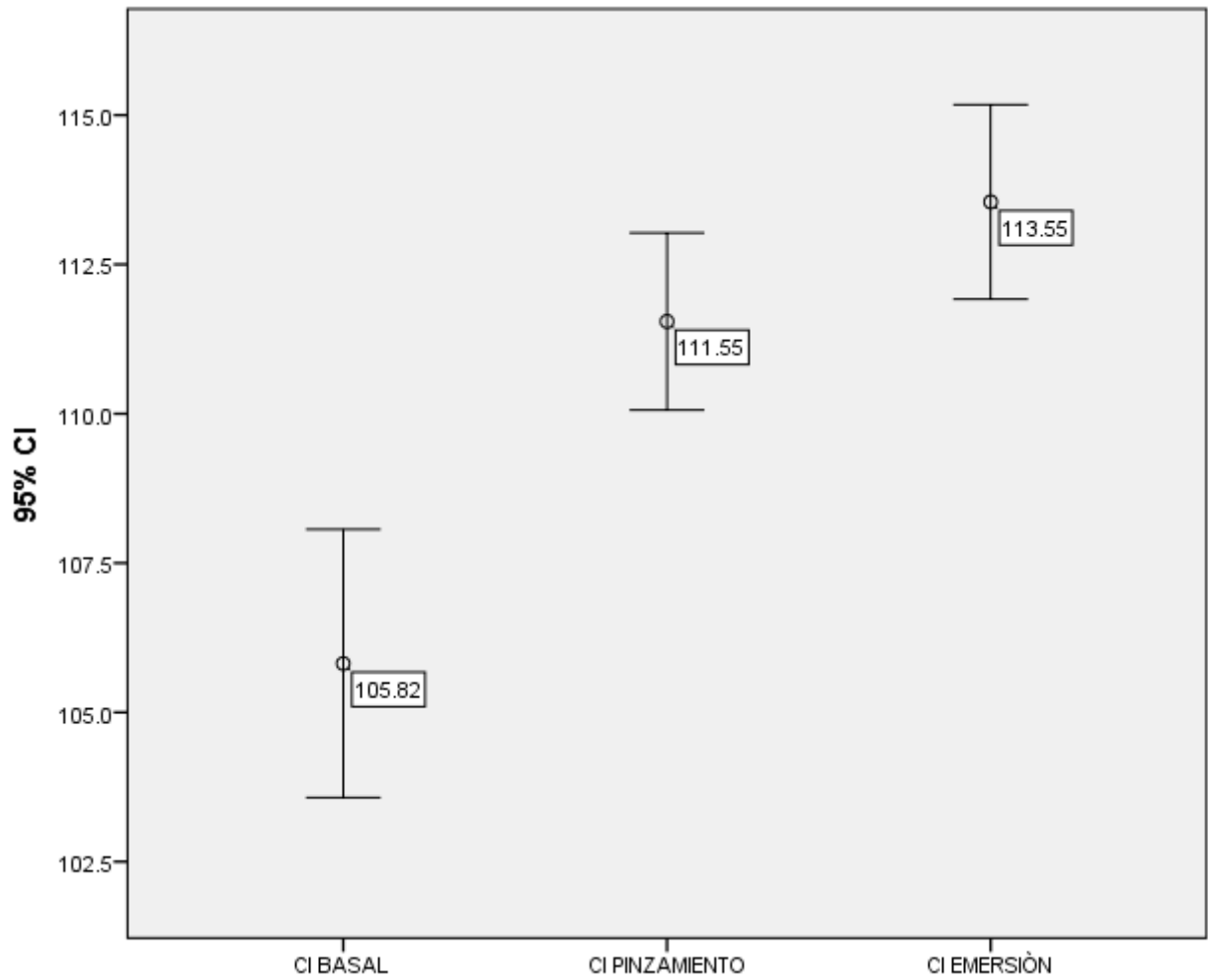
**GRAFICA 5. CAMBIOS DE LA CANTIDAD DE SODIO (Na). EN LOS TRES TIEMPOS DE INFUSIÓN DE SOLUCIÓN SALINA ISOTONICA AL 0.9%.**



**GRAFICA 6. CAMBIOS DE LA CANTIDAD DE POTASIO (K). EN LOS TRES TIEMPOS DE INFUSIÓN DE SOLUCIÓN SALINA ISOTONICA AL 0.9%.**



**GRAFICA 7. CAMBIOS DE LA CANTIDAD DE CLORO (Cl). EN LOS TRES TIEMPOS DE INFUSIÓN DE SOLUCIÓN SALINA ISOTONICA AL 0.9%.**



## DISCUSIÓN

El trasplante renal se ha convertido hoy en día en una alternativa más en el tratamiento de la enfermedad renal crónica <sup>(21)</sup>. Los donantes vivos representan un 25% y ofrecen una mayor supervivencia que el injerto de trasplante cadavérico. La fluido terapia hace parte importante del manejo intraoperatorio del paciente donador, para asegurar la perfusión del injerto. Es además obligatorio que el paciente donador mantenga el riñón de mejor calidad, ofreciendo los cuidados peri operatorios para que este se mantenga en buenas condiciones. <sup>(6)</sup>

Clásicamente la administración de grandes volúmenes de soluciones con potasio, como el Ringer Lactato, puede ocasionar hiperpotasemia, y tradicionalmente se ha utilizado entonces solución fisiológica, y en diversos estudios muestran que la solución fisiológica sigue siendo la elección para este procedimiento. <sup>(24)</sup> Sin embargo, estudios recientes sugieren que soluciones más balanceadas, como Ringer lactato, podría evitar la acidosis metabólica hiperclorémica. <sup>(25,26)</sup>

En nuestro estudio se evalúan los cambios producidos en el pH, posterior al manejo transanestésico del donador renal, en el cual se infunden grandes cantidades de solución salina. En nuestro estudio se encontró una disminución significativa de pH (7.38 a 7.33) después de la infusión de solución salina a un ritmo de 12 a 15 ml/kg/h hasta el momento del pinzamiento del hilio renal, esta acidosis claramente tuvo un origen metabólico, debido a que la PaCO<sub>2</sub> se mantuvo constante. En el trabajo de Trujillo- Zea y colaboradores <sup>(21)</sup> confirman que la solución salina genera acidosis metabólica, posiblemente por hiperclorémia. Concluyen que el uso de Ringer lactato en el peri operatorio de trasplante renal genera niveles similares de potasio en el postoperatorio, mayores valores de pH y bicarbonato y menor nivel de cloro, sin generar cambios significativos en la creatinina del tercer día postoperatorio, a pesar de usar similar volumen infundido cuando se compara con la solución salina. También señala que la presencia de hiperpotasemia producida por la infusión de solución salina se explica

principalmente porque el potasio actúa como tampón ante la presencia de acidosis. En nuestro estudio a pesar de encontrar tendencia hacia la acidosis con elevación de cifras de cloro, el potasio se mantiene constante, es decir sin disminución ni elevación en el curso del estudio (grafica 6).

A la fecha, varios estudios muestran que la hipercloremia por si sola puede ser causa de evolución desfavorable en la función renal, esto por vasoconstricción de la arteriola aferente y eferente <sup>(27)</sup>. En nuestro estudio se encontró elevación estadísticamente significativa de cloro a lo largo del procedimiento anestésico (grafica 7). En el estudio de O'Malley y colaboradores <sup>(24)</sup>, se demuestra elevación de cloro sérico con cifras similares encontradas en nuestro estudio. De igual manera se presenta posterior a infusión de grandes volúmenes de solución salina, relacionada con acidosis metabólica y se destaca en su estudio que no encontraron relación con la infusión de solución salina y afectación negativa sobre la función renal, nosotros no medimos creatinina posterior al uso de solución salina en estos pacientes, lo cual queda por determinar en este centro hospitalario. Sería interesante comparar la función renal previa y posterior a la nefrectomía de donador en pacientes a quienes el manejo les indujo acidosis metabólica hiperclorémica.

Manisha y colaboradores <sup>(22)</sup> menciona que, aunque la solución salina es la primera opción para la restauración de volumen durante el trasplante renal, poco se ha prestado atención al efecto de potasio que contienen líquidos como Ringer lactato sobre el estado ácido-base y el equilibrio electrolítico. Los resultados de este estudio sugieren que la administración de Ringer lactato no es sólo seguro, pero puede ser incluso superior a solución salina, como se indica por los niveles de pH estable, HCO<sub>3</sub>, Cl y K + en comparación con los pacientes que recibieron solución salina. Esto mismo concluye el trabajo de Hadimioglu y colaboradores <sup>(28)</sup> donde sus volúmenes infundidos de soluciones cristaloides solución salina, Ringer lactato y plasmalyte son semejantes a la cantidad de solución salina que nosotros

usamos en este estudio. Ellos determinan que cualquiera de las soluciones cristaloides comparadas son seguras sin dar cambios estadísticamente significativos comparadas entre ellas. Esto mismo se destaca en el estudio de Hasman y colaboradores <sup>(23)</sup> en donde comparan el efecto de la solución salina normal, lactato de Ringer, y Plasmalyte sobre el estado ácido-base de los pacientes deshidratados en el servicio de urgencias. Este estudio demuestra que las soluciones cristaloides infundidos con rapidez, incluyendo solución salina, lactato de Ringer, y Plasmalyte, no tienen ningún efecto significativo en el estado ácido base. Sin embargo, hubo una tendencia significativa a reducir los valores de pH utilizando solución salina, en contraste con Plasmalyte y lactato de Ringer. Estos resultados son consistentes con otros estudios que han demostrado que grandes volúmenes de soluciones solución salina causan acidosis. Concluyen que la infusión rápida de soluciones cristaloides, incluyendo solución salina, lactato de Ringer, y Plasmalyte, no tienen ningún efecto significativo sobre el estado ácido base y puede usarse con seguridad para el tratamiento de pacientes deshidratados en el servicio de urgencias. Sin embargo, la solución salina puede efectuar acidosis, lo que podría ser importante en los pacientes que tienen trastornos metabólicos subyacentes un problema que debe ser considerado antes de la administración de fluidos en el servicio de urgencias.

En el análisis clínico del equilibrio ácido- base resulta de gran utilidad la evaluación del anión gap para diferenciar el tipo de acidosis metabólica que presenta el paciente. En este estudio a pesar de no haber realizado la determinación del lactato sérico se consideró que la acidosis no se originó por hipoxia, choque, hipercapnia o alguna otra patología que la produjera ya que los pacientes no presentaron trastornos en la función cardiovascular o pulmonar (tabla 2).



## CONCLUSIONES

Existió disminución significativa en el potencial hidrogeno (pH), en la presión parcial de oxígeno en sangre arterial (PaO<sub>2</sub>), el bicarbonato sérico (HCO<sub>3</sub>) también mostró cambios significativos además del sodio (Na) y hubo un incremento en los valores del Cloro (Cl). Nuestro estudio muestra semejanzas a estudios previos, se tiene que verificar el posible daño renal sobre el paciente donador renal secundario a hipercloremia.

Nuestras limitaciones para este estudio es la muestra de pacientes, la cual es pequeña, además no se midió el balance hídrico total, la medición de creatinina sérica en el postoperatorio. Estas relacionadas al posible daño sobre la función renal del paciente donador, ocasionados por la hipercloremia secundaria a infusión de grandes volúmenes de solución fisiológica al 0.9%. Se puede sugerir realizar un estudio comparativo con solución tipo Lactato de Ringer vs solución fisiológica 0.9% para comparar ambos resultados y ver la mejor opción de uso en soluciones dentro de nuestro hospital.

## BIBLIOGRAFIA

- 1) Arroyo C., Gabilondo F., Gabilondo B. El estudio del donador vivo para trasplante renal. *Revista de Investigación Chilena*. 2005; 57(2): 195-205.
- 2) Villegas FA., Gracida CJ., Castellanos AO., Rangel MM. Anestesia para trasplante renal: experiencia de 20 años. *Rev. Mexicana de Anestesiología*. Vol. 35. No. 3 Julio-Septiembre 2012 pp 167-173
- 3) Monsma M., Gómez G., Vidal A., Vera CD., Barberá M. Consideraciones anestésicas en la nefrectomía laparoscópica de donante vivo para trasplante renal. *Rev. Esp. Anestesiol. Reanim*. 2010; 57: 297-306
- 4) Lobo DN., Awad S. Should chloride-rich crystalloids remain the mainstay of fluid resuscitation to prevent 'pre-renal' acute kidney injury? *Kidney Int*. 2014; 86: 1096–1105.
- 5) Boniatti MD., Cardoso P., Castilho RK., Vieira SRR. Is hyperchloremia associated with mortality in critically ill patients? A prospective cohort study. *Journal of Critical Care* (2011) 26, 175–179
- 6) Rodríguez O., Breda A., Esquena S., Villavicencio H. Surgical aspects of living donor nephrectomy. *Actas Urol Esp*. 2013;37(3): 181-187.
- 7) FELTRACCO P., ORI C. Anesthetic management of living transplantation. *Minerva Anestesiol*. 2010; 76:525-533.
- 8) González VH., Vargas JG., Echeverría JE., Díaz SM., Méndez YM. Valoración preanestésica en el paciente con enfermedad renal crónica (énfasis en riesgo cardiovascular). *Rev Colomb Anestesiol*. 2013;41(2):139–145.

- 9) O'Brien B., Koertzen M. Anaesthesia for living donor renal transplant nephrectomy. *Continuing Education in Anaesthesia, Critical Care & Pain*. 2012;1-5.
- 10) Bajwa SJ., Kulshrestha A. Anaesthesia considerations and challenges during renal transplantation: Current perspectives. *Apollo Medicine*. 2012;9(2):126-132.
- 11) Ricaurte L., Vargas J., Lozano E., Díaz L. Anesthesia and Kidney Transplantation. Elsevier, *Transplantation Proceedings*, 2013;45:1386–1391.
- 12) Schmid S., Jungwirth B. Anaesthesia for renal transplant surgery: an update. *Eur J Anaesthesiol*. 2012; 29:552–558.
- 13) Prieto de Paula JM., Hidalgo SF., Mayor E., Palomino J., Prieto de Paula JF. Alteraciones del equilibrio ácido-base. *Dial Traspl*. 2012;33(1):25-34
- 14) Soto AF., Cedillo H., Fortuna JA., Fierro LL., Rivera JR., Méndez MA. Acidosis hiperclorémica asociada a reanimación hídrica con cristaloides: Evaluación mediante un modelo matemático a su ingreso a UCI. *Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int*. 2010;24(4):167-172.
- 15) Aguilar MF., Escalante A., Góngora JJ., López VG., Cetina MA., Magdaleno GA. Asociación de los niveles elevados de cloro plasmático, en la gravedad y mortalidad de pacientes adultos en la Unidad de Cuidados Intensivos. *Rev Asoc Mex Med Crit y Ter Int*. 2015;29(1):13-21.

- 16) Yunos NM, Bellomo R, Story D, Kellum J. Bench-to-bedside review: Chloride in critical illness. *Critical Care* 2010, 14:226.
- 17) Prowle JR., Bellomo R. Fluid administration and the kidney. *Curr Opin Crit Care* 2013, 19:308–314.
- 18) Chowdhury AH, Cox EF, Francis ST, Dileep N. A Randomized, Controlled, Double-Blind Crossover Study on the Effects of 2-L Infusions of 0.9% Saline and Plasma-Lyte R 148 on Renal Blood Flow Velocity and Renal Cortical Tissue Perfusion in Healthy Volunteers. *Annals of Surgery*. 2012; 256:18–24.
- 19) Raghunathan K., Shaw A., Nathanson B., Stürmer T., Brookhart A., Stefan MS., Setoguchi S., Beadles C., Lindenauer PK. Association Between the Choice of IV Crystalloid and In-Hospital Mortality Among Critically Ill Adults With Sepsis. *Crit Care Med*. 2014; 42:1585–1591.
- 20) Garnacho-Montero J., Fernández-Mondéjar E., Ferrer-Rocac R., Herrera-Gutiérrez ME., Lorente JA., Ruiz-Santana S., Artigas A. Cristaloides y coloides en la reanimación del paciente crítico. *Med Intensiva*. 2015;39(5):303-315.
- 21) Trujillo-Zea JA., Aristizábal-Henao N., Fonseca-Ruiz N. Lactato de Ringer versus solución salina normal para trasplante renal. Revisión sistemática y metaanálisis. *Rev Colomb Anestesiol*. 2015;43(3):194-203.
- 22) Manisha P., Kalapna S., Geeta P., Veena R. A Comparative Study of Impact of Infusion of Ringer's Lactate Solution Versus Normal Saline on Acid–Base Balance and Serum Electrolytes During Live Related Renal Transplantation. *Saudi J Kidney Dis Transpl*. 2012;23(1):135-137.

- 23) Hasman H., Cinar O., Uzun A., Cevik E., Jay L., Comert B. A Randomized Clinical Trial Comparing the Effect of Rapidly Infused Crystalloids on Acid-Base Status in Dehydrated Patients in the Emergency Department. *Int. J. Med. Sci.* 2012; 9(1):59-64.
- 24) O'Malley GM, Frumento RJ, Hardy MA, Benvenisty AI, Brentjens TE, Mercer JS. A randomized, double-blind comparison of lactated Ringer's solution and 0.9% NaCl during renal transplantation. *Anesth Analg.* 2005;100: 1518–24.
- 25)Khajavi MR, Etezadi F, Moharari RS, Imani F, Meysamie AP, Khashayar P. Effects of normal saline vs. lactated Ringer's during renal transplantation. *Ren Fail.* 2008;30:535–9.
- 26)Prough DS, Bidani A. Hyperchloremic metabolic acidosis is a predictable consequence of intraoperative infusion of 0.9% saline. *Anesthesiology.* 1999;90:1247–9.
- 27)Modi MP, Vora KS, Parikh GP, Shah VR. A comparative study of impact of infusion of Ringer's Lactate solution versus normal saline on acid-base balance and serum electrolytes during live related renal transplantation. *Saudi J Kidney Dis Transpl.* 2012;23:135–7.

28)Hadimioglu N, Saadawy I, Saglam T, Ertug Z, Dinckan A. The effect of different crystalloid solutions on acid-base balance and early kidney function after kidney transplantation. *Anesth Analg.* 2008;107:264–9.

## **ANEXOS**

### **ANEXO 1. CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO**



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
UNIDAD MEDICA DE ALTA ESPECIALIDAD  
LIC. ADOLFO RUIZ CORTINES  
CMN No. 14  
CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN PROTOCOLOS DE INVESTIGACIÓN

Nombre del estudio:

**CAMBIOS ELECTROLÍTICOS Y ÁCIDO-BASE EN EL PACIENTE SOMETIDO A NEFRECTOMIA DENTRO DE PROTOCOLO PARA DONACION RENAL EN LA UNIDAD MEDICA DE ALTA ESPECIALIDAD NO 14 VERACRUZ**

Patrocinador externo (si aplica):

No aplica

Lugar y fecha:

Veracruz, a septiembre del 2016

Número de registro:

Justificación y objetivo del estudio:

Determinar la incidencia de acidosis metabólica en pacientes sometidos a nefrectomía en protocolo para trasplante renal, así mismo los cambios en electrolitos.

Procedimientos:

Toma de gasometría arterial en pacientes cuando se encuentren bajo anestesia general balanceada

Posibles riesgos y molestias:

Hematoma de arteria cubital, necrosis de mano

Posibles beneficios que recibirá al participar:

Corrección de acidosis o desequilibrio hidroelectrolítico para protección renal

Información sobre resultados y alternativas de tratamiento:

Durante el estudio se hará el compromiso de proporcionar información actualizada sobre tratamientos alternativos actuales o que surjan durante la investigación que puedan ser ventajosas para el paciente

Participación o retiro:

Voluntario en cualquier etapa del estudio.

Privacidad y confidencialidad:

Confidencial todo dato recabado.

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

Investigador Responsable:

Dra Estanislada Martinez Alonso

Colaboradores:

Dra. JANNET SERRANO PATIÑO

Nombre y firma del paciente

Nombre y firma de quien obtiene el consentimiento

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Testigo 1

Testigo 2

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Nombre, dirección, relación y firma

Nombre, dirección, relación y firma



## ANEXO 2. HOJA DE CAPTURA DE DATOS

Nombre:					FECHA	
Edad:					ASA	
EXAMENES DE LABORATORIO EN VALORACION PREANESTESICA		Na	K	CL	PESO: _____	
FC inicio		GASOMETRIA 1		GASOMETRIA 2		GASOMETRIA 3
Final						
TA Inicio		ETCO2 28-34 mmHg		PINZAMIENTO HILIO RENAL		PREVIA EMERSIÓN ANESTESICA
Final						
VMC Inicio		PH		PH		PH
Final						
MI de NaCl 0.9% usados en procedimiento quirúrgico: _____  BHT: _____		PaO2		PaO2		PaO2
		PaCO2		PaCO2		PaCO2
		HCO3		HCO3		HCO3
		Na		Na		Na
		K		K		K
		Cl		Cl		Cl

Comentarios: \_\_\_\_\_

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco en inicio a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.

Familia, amigos y personas especiales en mi vida, no son nada más y nada menos que un solo conjunto: seres queridos que suponen benefactores de importancia inimaginable en mis circunstancias de humano. No podría sentirme más amena con la confianza puesta sobre mi persona, especialmente cuando he contado con su apoyo desde que recuerdo.

Este nuevo logro es gracias en gran parte a ustedes, motor e inicio de todo. He logrado concluir con éxito un proyecto que en un principio parecía ser interminable. Quisiera dedicar mi tesis a todos ustedes, familia en especial y aquellas personas tan cercanas a mí que han hecho posible el cierre de este camino. Gracias por tanto apoyo.

***Con mucho cariño, Jannet***