

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

SECRETARÍA DE SALUD DEL DISTRITO FEDERAL
DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN
SUBDIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CURSO UNIVERSITARIO DE ESPECIALIZACIÓN EN
MEDICINA INTERNA

“CAMBIOS EN EL POTASIO SÉRICO POST-TRANSFUSIONALES”

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA

PRESENTA

DR. CARLOS JOSÉ ZULOAGA FERNÁNDEZ DEL VALLE

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALISTA EN
MEDICINA INTERNA

DIRECTOR DE TESIS

DR. JOSÉ JUAN LOZANO NUEVO

ASESOR DE TESIS

DRA. NAYELI GABRIELA JIMÉNEZ SAAB

2009



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION

SECRETARIA DE SALUD DEL DISTRITO FEDERAL
DIRECCION DE EDUCACION E INVESTIGACION
SUBDIRECCION DE INVESTIGACION Y POSGRADO

CURSO UNIVERSITARIO DE ESPECIALIZACION EN
MEDICINA INTERNA

“CAMBIOS EN EL POTASIO SERICO POST-TRANSFUSIONALES”

TRABAJO DE INVESTIGACION CLINICA

PRESENTA

DR. CARLOS JOSE ZULOAGA FERNANDEZ DEL VALLE

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALISTA EN
MEDICINA INTERNA

DIRECTOR DE TESIS

DR. JOSE JUAN LOZANO NUEVO

ASESOR DE TESIS

DRA. NAYELI GABRIELA JIMENEZ SAAB

2009

CAMBIOS EN EL POTASIO SÉRICO POST-TRANSFUSIONALES

Dr. Carlos José Zuloaga Fernández del Valle

Vo.Bo.

Dr. Antonio Fraga Mouret

Director de Educación e Investigación.

Vo.Bo.

Dr. José Juan Lozano Nuevo

Titular del curso de Especialización en Medicina Interna.

CAMBIOS EN EL POTASIO SÉRICO POST-TRANSFUSIONALES

Dr. Carlos José Zuloaga Fernández del Valle

Vo.Bo.

Dr. José Juan Lozano Nuevo

Director de Tesis.

Vo.Bo.

Dra. Nayeli Gabriela Jiménez Saab

Asesor de Tesis.

III. DEDICATORIAS Y/O AGRADECIMIENTOS

A mi Esposa, Mireille Ville Benavides; por su incansable apoyo e incondicional amor que me ha brindado durante este tiempo, que me estimula y me fortalece a seguir caminando. Quien me tiene feliz y ha logrado que mis años más difíciles en mi carrera sean como un sendero plano y sin obstáculos. Gracias por estar conmigo, te amo y eres todo para mí.

A mis Padres: Carlos y Lupita; por su apoyo, amor, ejemplo, paciencia y provisión que me han dado, mismos que me han llevado a donde estoy. Esto es la primera cosecha de toda una vida que me han dado y que tengo por delante.

A mis Tíos: Raúl, Male, Lola, Guillermo y Elia; quienes con amor me han instruido y me han recibido como a un hijo e influido en mi formación como médico y como persona.

A mi Tita: Tu ejemplo es único, gracias por sembrar en mí. Te quiero.

A mi Abuela Nena: Gracias por el cariño que siempre me has dado, esto es fruto de mi esfuerzo y es un honor dedicarlo a ti y a mi abuelo Carlos, personaje en mi vida que no solo me dio cariño, sino un sueño que hoy pude consumir.

A mis hermanos: Rodrigo y Raymundo; de quienes me siento orgulloso por lo valioso que son como personas y quienes me han acompañado casi toda mi vida.

A mi Maestro: José Juan Lozano; por su incansable perseverancia y su permanente deseo infiltrado en nosotros, sus alumnos, para llegar a ser grandes. Gracias. Es usted un ejemplo...

A mi Dios: De quien recibo todo lo que tengo, Gracias por vivir en mí.

IV. CONTENIDO O ÍNDICE

I. PORTADA.....	1
II. HOJA DE VISTOS BUENOS.....	3
III. DEDICATORIAS Y/O AGRADECIMIENTOS.....	5
IV. ÍNDICE.....	6
V. RESUMEN Y PALABRAS CLAVE.....	8
VI. INTRODUCCIÓN.....	10
VII. MARCO TEÓRICO.....	12
VIII. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	23
a) Pregunta de Investigación.....	23
IX. JUSTIFICACIÓN.....	24
X. HIPÓTESIS DE TRABAJO.....	26
a) Hipótesis alterna.....	26
b) Hipótesis nula.....	26
c) Hipótesis secundaria.....	26
XI. OBJETIVOS.....	27
a) Generales.....	27
b) Específicos.....	27
XII. MATERIAL Y MÉTODOS.....	28
a) Diseño del Estudio.....	28
b) Criterios de Selección.....	28
c) Mediciones.....	30
d) Análisis Estadístico.....	32

XIII. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LOS DATOS.....	33
a) Datos demográficos.....	33
b) Cambios en el potasio sérico.....	34
c) Días de Almacenamiento.....	35
d) Índice del Filtrado Glomerular.....	36
e) Enfermedades concomitantes.....	36
f) Complicaciones del estudio.....	38
XIV. DISCUSIÓN.....	39
XV. CONCLUSIONES.....	43
XVI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45
XVII. ANEXOS.....	48

V. RESUMEN

Se afirma que la transfusión de paquetes globulares produce hiperkalemia, sobretodo en transfusiones masivas, pero no se ha demostrado en estudios clínicos. Se desconoce la magnitud de modificación del potasio sérico post-transfusional. Los días de almacenamiento del paquete globular, se cree, influyen en las modificaciones del potasio sérico.

Objetivos: Demostrar las modificaciones del potasio sérico (mEq/lit) post-transfusional.

Diseño: Cohorte, prospectivo.

Métodos: 40 Pacientes hospitalizados que recibieron transfusión de un paquete globular, por cualquier indicación. Se midió potasio sérico pre y post-transfusional, se registró fecha de extracción del paquete globular.

Análisis estadístico: T-Student dos colas.

Resultados: Se observó disminución del potasio sérico en el 65% de los pacientes transfundidos, elevación en el 27.5% y sin cambios en el 7.5%. La modificación real media fue de -0.29mEq/lit. Estos resultados fueron significativos, con $p=0.00001$.

Conclusión: La transfusión de un paquete globular produce, paradójicamente, con mayor frecuencia disminución del potasio sérico.

PALABRAS CLAVE:

Potasio pre-transfusional, Post-transfusional, Modificación del potasio, Transfusión, Paquete Globular.

V. ABSTRACT

It is supposed that red cell package transfusion produces hiperkalemia, more often seen in massive transfusion, this still have not been demonstrated, though. The magnitude of serum potassium modification after transfusion, is still unknown. Is believed that red cell package storage time, influence in serum potassium modification.

Objectives: To demonstrate serum potassium modification after transfusion (mEq/l).

Design: Prospective, cohort study.

Methods: 40 hospitalized patients who received one red cell package transfusion, for any reason. Serum potassium was measure before and after transfusion of one red cell package, date of blood extraction was registered in every red cell package.

Statistical analysis: T-Student, two tails.

Results: Serum potassium decreased in 65% of all transfused patients, increased in 27.5% and remained without modification in 7.5% of all transfused patients. The median serum potassium modification was -0.29mEq/l. This results were significative, with $p=0.0001$.

Conclusion: Red cell package transfusion produces more often, and paradoxicly a serum potassium decrease.

KEYWORDS:

Pre-transfusional potassium, Post-transfusional potassium, Potassium modification, Transfusion, Red cell package.

VI. INTRODUCCIÓN

El potasio es un catión que cumple muchas funciones en el organismo, en el que se encuentra distribuido principalmente en el espacio intracelular en un 95% y el restante en el espacio extracelular. Sus concentraciones en la sangre dependen mucho de diferentes factores (Ingesta oral, efectos de medicamentos, índice de filtración glomerular, estados fisiológicos).

Debido a que los eritrocitos son células, se ha comentado que la transfusión del PG suele producir hiperkalemia, pues puede existir cierto grado de hemólisis durante la transfusión; sin embargo esto se ha observado principalmente en transfusiones masivas. Esto ha llevado a la contraindicación relativa de la transfusión del PG en los pacientes con hiperkalemia.

Entre más días de almacenamiento del PG, se dice, existen más cambios en el potasio sérico post-transfusional, lo que ha llevado a la recomendación de utilizar PG con menos días de almacenamiento para evitar estas complicaciones; sin embargo estas dos afirmaciones no se han demostrado en estudios clínicos.

Por lo anterior, resulta trascendente conocer: ¿Existen cambios en el potasio sérico después de transfundir un PG? E ¿Influyen los días de almacenamiento de cada PG para que estas modificaciones sucedan?

El estudiar los cambios en el potasio sérico post-transfusionales permitirá establecer otros criterios para transfundir al paciente, observar factores que influyen a la mayor modificación del potasio sérico, se podrán medir los cambios en mEq/lit que se observan después de cada PG y si existe correlación con los

días de almacenamiento de cada PG para que estos cambios en el potasio sérico se observen con mayor frecuencia. Esto podrá ser de utilidad para todos los servicios de hospitalización del país o del mundo que manejan pacientes críticos y ameritan transfusión de PG.

La Hipótesis del trabajo es que la transfusión de un PG produce cambios, expresados como elevación o disminución del potasio sérico (en mEq/Lt) en los pacientes receptores. Y que los días de almacenamiento de cada PG se correlacionan positivamente con los cambios observados (en mEq/Lt) en el potasio sérico en los pacientes que reciben la transfusión.

Los objetivos del estudio son evaluar las alteraciones en el potasio sérico posteriores a la transfusión de un PG, medidas en mEq/lt. Evaluar la influencia de co-morbilidades (enfermedad hepática, enfermedad renal, diabetes mellitus, entre otras) con los cambios en el potasio sérico post-transfusional. Y establecer la relación que hay entre el tiempo de almacenamiento de cada PG con los cambios en el potasio sérico después de la transfusión del mismo PG y si existe relación entre el IFG con los cambios en el potasio sérico después de la transfusión.

VII. MARCO TEÓRICO

El Potasio es un ión de carga positiva (catión), que cumple muchas funciones en el organismo; Su distribución principal es en el espacio intracelular (95%) donde sus concentraciones normales se encuentran en 140mEq/Lt, y de menor concentración se encuentra en el espacio extracelular (5%), donde oscila de 3.5 - 4.5mEq/Lt. Por lo tanto para salir de la célula y producir una despolarización de la membrana, necesita ir en contra de un gradiente de concentración, para lo que necesita energía de tipo Adenosin trifosfato (ATP). Todo esto sucede con la finalidad de excitar a la membrana y producir un potencial de acción. Viene a ser un componente de vital importancia para que se lleven a cabo muchas reacciones bioquímicas en el organismo, de modo que sus concentraciones en los espacios intra o extracelular (sérico), influyen en la realización de estas funciones.

La bomba de sodio-potasio (Na-K) es un sistema de transporte activo que moviliza iones sodio hacia el exterior a través de la membrana celular y al mismo tiempo moviliza iones potasio desde el exterior hacia el interior, en contra de un gradiente de concentración. Esta bomba está presente en todas las células del organismo y es la responsable de mantener las diferencias de concentración de sodio y potasio a través de la membrana celular y establecer un potencial eléctrico negativo en el interior de las células. Sin la función de esta bomba, la mayor parte de las células del organismo se llenarían de líquido hasta estallar. Los potenciales de acción, que son esenciales para la transmisión nerviosa adecuada en muchas reacciones (contracción muscular,

sensibilidad, visión, contractilidad miocárdica, etc.) también son regulados por cambios de polaridad de la membrana que se da por la entrada y salida de diferentes iones, entre ellos, el potasio.

El potasio se obtiene principalmente a través de la dieta y puede ser encontrado en vegetales, frutas, papas, carne, pan, leche y frutas secas. Existen fármacos que contienen cloruro de potasio que también se usan como suplementos alimenticios para aportar el potasio. Ahora bien, como toda sustancia dentro del organismo debe guardar un equilibrio, significa llevar un adecuado índice de regulación y excreción. El potasio se excreta principalmente por vía renal, así que una adecuada función renal favorecerá a que este equilibrio sea adecuado. Y una falla en la función renal, alterará el equilibrio del potasio sérico y esto a su vez repercutirá en las diferentes funciones celulares.

La excreción de potasio viene determinada por la suma de 3 respuestas renales: El índice de filtración de potasio (756mEq/día), el índice de reabsorción de potasio por los túbulos renales (65% en túbulo proximal y 30% en asa de Henle) y el índice de secreción de potasio por los túbulos. Hay diversas patologías y agentes farmacéuticos que pueden ocasionar variaciones en la concentración sérica de potasio y esto influye de manera negativa, pues puede alterar las cifras hasta fuera de sus rangos normales y ocasionar estados de alto riesgo que se pueden manifestar por arritmias cardíacas que pongan en riesgo la vida del paciente.

La mayoría de las células contienen altas concentraciones de potasio, incluyendo los eritrocitos, esta idea ha sido la base para concluir que la

transfusión de paquetes globulares (PG), que son concentrados de eritrocitos, puede producir elevación del potasio sérico, ya que en una transfusión puede existir cierto grado de hemólisis de los eritrocitos transfundidos, que puede ser mediada por varios factores como: Inmunológicos (anticuerpos), factores propios de los mismos eritrocitos (integridad de las membranas de los mismos, vida media de los mismos, etc) y la velocidad de infusión del PG que puede inducir traumatismo del eritrocito al pasar a través del catéter por el que se infunde la sangre. Esto puede ocasionar hemólisis que finalmente puede llegar a producir cambios en el potasio sérico.

Existe poca información fehaciente acerca de los cambios en el potasio sérico después de una transfusión sanguínea y esto es interesante tomarlo en cuenta ya que se considera de fuentes empíricas que hay una elevación en el potasio sérico después de una transfusión. ^{1,2,3,4}

Existen diversas dudas, acerca de los efectos de la Transfusión sanguínea hacia los niveles séricos de potasio y sus repercusiones sistémicas. Se encontró poca información acerca de la cantidad de potasio sérico que puede modificarse después de una transfusión de un PG. Para estudiar este efecto es importante citar los diferentes trastornos fisiopatológicos que pueden desencadenar cambios en el potasio sérico y también revisar acerca de las complicaciones de la hemotransfusión. (8).

Factores que influyen en el potasio sérico:

- El pH sanguíneo puede alterar el potasio sérico, ya que la acidosis favorece la salida del potasio de las células, y disminuye la secreción de

potasio a nivel tubular renal, produciendo hiperkalemia. En cambio, la alcalosis tiene el efecto opuesto sobre el potasio sérico, favoreciendo su entrada dentro de la célula y aumentando la excreción renal de potasio. Se espera un cambio de 0.6 mEq/lit en el potasio sérico, por cada cambio de 0.1 unidades en el pH.

- La Insulina promueve la entrada de potasio al interior de las células en forma independiente de su efecto sobre el transporte de la glucosa.
- La Aldosterona favorece la excreción urinaria de potasio y promueve la captación de potasio en todas las células.
- La Adrenalina y otros Beta-agonistas (Norepinefrina, salbutamol, Clenbuterol, etc), favorecen la captación celular de potasio y tienden a causar hipokalemia.
- El índice de Filtrado glomerular (IFG), pues al disminuir el IFG hay una disminución de la filtración y excreción del potasio, y se produce una hiperkalemia; también la velocidad del flujo de líquido en los túbulos influye sobre la excreción tubular de potasio de forma directamente proporcional. Entre mayor velocidad de flujo urinario a nivel tubular, mayor será la excreción de potasio y entre menor sea la velocidad del flujo, menor será la excreción de potasio.
- El aumento en la Ingestión de sodio produce kaliuresis (excreción de potasio), por aumento del flujo del líquido tubular, de la misma forma la restricción de sodio, favorece a la reducción del potasio urinario al

disminuir el flujo tubular, haciendo que el potasio se reabsorba.

- El aumento en la Ingestión de potasio se relaciona con aumento de la captación de potasio a nivel tubular (por efecto de la aldosterona) y por el contrario una ingestión escasa de potasio, tiene el efecto opuesto, incrementando la reabsorción del catión a nivel tubular (inhibiendo la aldosterona).
- Medicamentos como los Diuréticos afectan a la excreción urinaria de potasio por diversos mecanismos: Los diuréticos de acción kaliurética (osmóticos, inhibidores de la anhidrasa carbónica, tiacidas, diuréticos de asa), aumentan el flujo tubular, favoreciendo la excreción de potasio, o bien inhibiendo su absorción a nivel tubular (como en el caso de la metazolona). En cambio los diuréticos ahorradores de potasio, actúan inhibiendo la acción de la aldosterona, favoreciendo la retención de potasio y natriuresis leve (espironolactona); o bien alterando la diferencia del potencial eléctrico transluminal a favor de la retención de potasio (triamtereno); Ambos actúan en los conductos colectores corticales.
- Medicamentos Mineralocorticoides, como la fludrocortisona y carbenoxolona, que actúan de forma similar a la aldosterona, causando retención de sodio y excreción de potasio. ¹

Las alteraciones del potasio sérico pueden desencadenarse por varias causas, por ejemplo la Hipokalemia puede cursar con o sin déficit de potasio.

Las Hipokalemias sin déficit de potasio, ocasionadas por el movimiento del potasio hacia el interior de la célula. Por ejemplo:

- Alcalosis metabólica y/o respiratoria, exceso de insulina.
- Los atletas de alto rendimiento físico, las cursan.
- Pacientes con Parálisis periódica hipokalémica familiar.

En las Hipokalemias con déficit de potasio, hay pérdida del potasio por varias causas como, por ejemplo:

- Desnutrición,
- Disminución de la captación celular,
- Pérdidas gastrointestinales (diarrea, vómito, laxantes, etc.).
- Pérdidas urinarias (hiperaldosteronismo primario o secundario, síndrome de Barter, síndrome de Cushing, síndrome de Liddle, uso de orozus o carbenoxolona; acidosis tubular renal proximal o distal, diuréticos osmóticos y no osmóticos; Carbenicilina, leucemia, etc.).

Las Hiperkalemias falsas o Pseudohiperkalemias (uso de torniquete, muestras hemolizadas, trombocitosis o leucocitosis, donde se libera potasio celular); en este último caso deben tomarse muestras heparinizadas.

Las Hiperkalemias verdaderas por alteraciones en la redistribución son por:

- Acidosis metabólica y/o respiratoria.
- Carga de glucosa en los diabéticos (deficiencia de insulina).
- Beta-bloqueadores (impiden la entrada de potasio a la célula).
- Parálisis periódica hiperkaliémica familiar.

- Sustancias que promueven la salida de potasio de la célula (Succinilcolina, Clorhidrato de arginina y otros aminoácidos catiónicos).

Las Hiperkalemias por disminución en la excreción de potasio:

- Insuficiencia renal aguda o crónica (cuando el índice de filtración glomerular es $< 10\text{ml/min}$).
- Diuréticos ahorradores de potasio.
- Deficiencia de mineralocorticoides (enfermedad de Addison, hipoaldosteronismo hiporreninémico, uso de antiinflamatorios no esteroideos, como indometacina);
- Procesos que causan nefrotoxicidad (lupus eritmatoso sistémico, trasplante renal, enfermedad de células falciformes, mieloma, amiloides y ciclosporina A).

Las Hiperkalemias por cargas excesivas de potasio:

- Endógena por hemólisis intravascular aguda (transfusiones de paquetes incompatibles); rabdomiólisis; quemaduras extensas; cualquier estado catabólico sobretodo cuando se acompaña de insuficiencia renal).
- Exógenas (sustitutos de sal que contengan potasio, sales potásicas de penicilina o dieta rica en potasio).^{2,3,4}

La sangre es un tejido complejo y el receptor de una transfusión también es un organismo complejo. Por lo tanto no sorprende en absoluto que la transfusión de sangre o de cualquier otro hemocomponente, que constituye el trasplante de tejido más exitoso y más frecuentemente utilizado, conlleve una serie de riesgos

y pueda tener complicaciones y efectos adversos en el receptor. Dentro de las complicaciones más graves y temidas son: las crisis hemolíticas mediadas por anticuerpos por una transfusión incompatible y la transmisión de infecciones, sobre todo virales. Todas éstas llegan a ser hoy en día infrecuentes, pero cuando se presentan son muy graves o fatales. Existen otras complicaciones de gravedad variable, como las Inmunológicas, metabólicas o infecciosas.

Las complicaciones inmunológicas pueden ser hemolíticas o no hemolíticas:

- Hemolíticas (los glóbulos rojos transfundidos se destruyen al reaccionar con anticuerpos específicos presentes en el receptor), son raras, pero son muy peligrosas y temidas, pueden ser de presentación inmediata o tardía. Pueden ser hemolíticas intravasculares o extravasculares, se acompañan de liberación de sustancias líticas, anafilótóxicas, activación del sistema de coagulación (coagulación intravascular diseminada).

5,6,11,12,13,14

- No hemolíticas (las febriles y las alérgicas principalmente). Las febriles que se presentan en 5-20%, por anticuerpos antileucocitos contra antígenos de la membrana de linfocitos o granulocitos o de las plaquetas; Las alérgicas son muy frecuentes y se manifiestan con urticaria por liberación de histamina y otras aminas vasoactivas por acción antígeno anticuerpo; más común en individuos previamente transfundidos o cuando la sangre proviene de un individuo atópico; se puede presentar en casos graves choque anafiláctico.

Las complicaciones metabólicas se observan con más frecuencia en transfusiones masivas (10 ó más unidades de sangre por hora):

- Hipocalcemia por toxicidad del citrato.
- Hiperkalemia.
- Hipotermia (los PG frecuentemente son fríos).
- Complicaciones hemorrágicas (transfusiones masivas).
- Sobrecarga hemodinámica.

El citrato se usa como anticoagulante en el PG y confiere a la sangre un pH ácido. En condiciones habituales la transfusión con 2-3 paquetes globulares, no es común que produzca toxicidad, pero en transfusiones más numerosas, sobretodo en pacientes en estado de choque o insuficiencia hepática o renal, el citrato se metaboliza con dificultad y puede conducir a acidosis metabólica grave y su efecto quelante del calcio produce hipocalcemia.

En un adulto la carga de 7-8mEq de potasio por unidad de sangre almacenada, no representa ningún problema; sin embargo en sujetos con daño renal o con grandes zonas de tejido dañado por traumatismo o quemaduras, la carga de potasio puede ser riesgosa. Para disminuir este riesgo, la sangre debe tener menos de una semana de almacenamiento, así los PG tienen potasio en menor cantidad.

Las Complicaciones hemorrágicas son por dilución de los factores de coagulación (plaquetas, factor V y factor VIII) al transfundir varias unidades que los carecen. Se puede evitar transfundiendo 1 plasma fresco congelado por

cada 10 unidades de PG o paquetes de sangre total. Se administran concentrados de plaquetas sólo si su concentración sérica es menor de 50,000 y hay sangrado activo. Para evitar la sobrecarga hemodinámica, el volumen transfundido no debe exceder de 1.5-2ml/kg/hora y de preferencia usar PG, que también disminuirá el riesgo de complicaciones inmunológicas.^{5,7,8,9,10,12,15}

Las complicaciones infecciosas que se han descrito son:

- Hepatitis A, hepatitis B, hepatitis D (sobreinfección de Hepatitis B), hepatitis C, infección por VIH (agente causal del SIDA, se dio con más frecuencia en los 80s, actualmente la tasa de infección es baja y no se ha podido especificar claramente, ya que su ventana de transmisión tiene un largo período de 4-5 años). El Virus T-Linfotrópico; el CMV y el Virus Epstein-Baar; la Sífilis es muy rara por la temperatura baja al almacenar la sangre, que inactiva al treponema. El Paludismo y la enfermedad de Chagas se siguen dando en áreas endémicas, aunque raramente. La Yersiniasis (por equipos o hemocomponentes contaminados), se han informado casos de sepsis e incluso choque; se sabe que vive dentro de los neutrófilos polimorfonucleares, de ahí la importancia de transfundir de preferencia PG desleucocitados.^{11,12,13}

El potasio sérico después de una transfusión puede modificarse en casos muy aislados sobretodo en transfusiones masivas (>10 unidades de PG), siendo una de las complicaciones metabólicas de la hemotransfusión. Mucho tendrá que ver el estado clínico del paciente; si éste tiene algún otro factor de los que mencionamos anteriormente que pueda modificar el potasio sérico

aumentándolo o disminuyéndolo; cada caso en particular responderá de manera diferente.

Ahora bien, el potasio sérico que contiene el PG puede también influir en la respuesta al potasio sérico del individuo receptor. Al parecer un PG puede contener unos 7-8 mEq de potasio sérico, lo que puede realmente influir en la respuesta al potasio sérico del receptor. Sin embargo, se dice que un hemoderivado entre más tiempo se encuentre almacenado, más cambios dará en el potasio sérico. Por lo tanto, una decisión inteligente sería transfundir el PG no almacenado por mucho tiempo para evitar que esto suceda. ^{8,12,14,15}

Entonces, la hiperkalemia se considera una complicación metabólica (electrolítica) después de la transfusión, pues la sangre almacenada contiene importantes niveles de potasio en respuesta a la lisis celular que ocurre durante la colección y empaquetamiento de la sangre. Otras bibliografías refieren que la hiperkalemia es rara durante la transfusión masiva, porque las células empaquetadas restablecen rápidamente su mecanismo de bombeo iónico y el potasio es rápidamente absorbido. Vendrían a ser más frecuentes otras alteraciones electrolíticas (Hipocalcemia e hipokalemia). Cada unidad contiene citrato que se enlaza al calcio ionizado en la sangre, dosis grandes de citrato pueden ser tóxicas y pueden precipitar hipocalcemia, hipomagnesemia y prolongación del QT en el electrocardiograma, así como temblor muscular por lo que el calcio debe medirse siempre durante una transfusión masiva. ⁸

VIII. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La transfusión de PG tiende a aumentar la concentración sérica de potasio, pero sucede, al parecer, solo en transfusiones masivas; pues los PG pueden contener cifras elevadas de potasio; pero no se ha demostrado en que cantidad puede éste potasio sérico llegar a modificarse. Se cree que quizá los cambios en el potasio sérico puedan influirse por los días de almacenamiento de los PG, siendo mayor la modificación del potasio sérico en los pacientes que reciben PG con más días de almacenamiento; sin embargo esto tampoco se ha demostrado. Hoy en día los bancos de sangre se encuentran más actualizados y el procesamiento y movimiento de la sangre que hay en el mismo banco impide que un paquete se encuentre almacenado por tiempo prolongado, lo que pudiera disminuir que estos cambios en el potasio sérico sucedan.

No existe evidencia de la magnitud de modificación del potasio sérico que hay después de una transfusión de cada PG y si hay relación de estos cambios con los días de almacenamiento del PG.

a) Pregunta de Investigación

Por lo anterior, resulta trascendente conocer: ¿Existen cambios en el potasio sérico después de transfundir un paquete globular? E ¿Influyen los días de almacenamiento de cada paquete globular para que estas modificaciones sucedan?

IX. JUSTIFICACIÓN

Es necesario tener un control claro de los cambios cuantitativos en el potasio sérico del paciente que recibe la transfusión de cada PG; así como también es importante establecer a partir de qué cifras del potasio sérico puede considerarse riesgoso transfundir al paciente.

Se podrá definir la frecuencia de estos cambios y los factores o enfermedades que influyeron para que se den estos cambios. Los resultados de este estudio explicarán y demostrarán estos cambios mayores o menores que pudiesen ocurrir en los pacientes que reciben los PG y demostrarán si los días de almacenamiento del paquete globular influyen o no para que estos cambios sucedan.

Deben establecerse nuevos límites y quizá nuevos criterios en cuanto a las contraindicaciones que deben aplicarse para una transfusión sanguínea en un paciente con hiperkalemia leve a moderada, o incluso severa.

Se demostraría si existe riesgo de transfundir a un paciente con hiperkalemia que realmente amerite la transfusión, o incluso si no existe riesgo, sino por el contrario tiene una respuesta protectora.

Esto sería útil para los servicios de hospitalización del país o incluso del mundo, en los cuáles llegan pacientes críticos, en verdadera emergencia y necesidad de transfusión, y que en ocasiones pudiesen no recibirla por temor a los cambios en el potasio sérico que pudiesen producir arritmias peligrosas en el paciente y ocasionar complicaciones letales.

Si los cambios en el potasio sérico post-transfusional son importantes, pues conocerlos y medirlos es importante para saber cuantos paquetes globulares es seguro transfundir a cada paciente en particular, sin necesidad de exponerlo a alguna complicación.

Este estudio puede realizarse en los hospitales del Gobierno del Distrito Federal, ya que son hospitales de alto requerimiento por la mayoría de la población de esta ciudad, pues reciben a todo tipo de pacientes, muchos de los cuáles llegan en condiciones mórbidas, con sangrados de alta letalidad y ameritan transfundirse a la brevedad. Entonces este tipo de hospitales son apropiados para realizar este estudio, ya que cuentan con banco de sangre y con laboratorio de urgencias, en donde se pueden solicitar los electrólitos séricos y otros estudios primordiales para clasificar la población de estudio.

Se esperan encontrar cambios mínimos en el potasio sérico al hemotransfundir hasta 5 PG, que son en los que menos complicaciones electrolíticas pueden presentarse. Así que debiera ser inofensivo transfundir una unidad de PG, ya que según la bibliografía no sucedería alguna complicación. También es importante definir si existe o no una relación de los cambios en el potasio sérico post-transfusionales con los días de almacenamiento de cada PG;

Estas 2 variables (los días de almacenamiento y la transfusión de PG) no se han estudiado para demostrar si influyen en los cambios del potasio sérico, por lo que se considera importante investigarlas.

X. HIPÓTESIS DE TRABAJO

a) Hipótesis alterna

La transfusión de un paquete globular produce cambios, expresados como elevación o disminución en mEq/lit del potasio sérico en los pacientes receptores.

b) Hipótesis nula

La transfusión de un paquete globular NO produce cambios, expresados como elevación o disminución en mEq/lit del potasio sérico en los pacientes receptores.

c) Hipótesis secundaria

Los días de almacenamiento de cada paquete globular influyen en los cambios observados en Meq/Lt del potasio sérico en los pacientes que reciben la transfusión.

XI. OBJETIVOS

a) Generales

- Evaluar las alteraciones en el potasio sérico posteriores a la transfusión de un paquete globular.

b) Específicos

- Evaluar la cantidad de mEq/Lt de potasio sérico que se modifica después de una transfusión de un paquete globular.
- Evaluar la asociación entre la transfusión de paquetes globulares con los cambios en el potasio sérico.
- Evaluar la influencia de co-morbilidades (Enfermedad hepática, Enfermedad renal, Diabetes mellitus, etcétera), con los cambios en el potasio sérico post-transfusional.
- Establecer la relación que hay entre el tiempo de almacenamiento del paquete globular, con los cambios en el potasio sérico después de la transfusión del mismo paquete.

XII. MATERIAL Y MÉTODOS

a) Diseño del Estudio:

El estudio tiene un diseño observacional, longitudinal, prospectivo, es comparativo (pre y post-transfusional), por lo que es un estudio de cohorte.

b) Criterios de Selección:

Se incluyeron pacientes de ambos sexos, mayores de 18 años de edad, hospitalizados en el Hospital General de Xoco, de la Secretaría de salud del Gobierno del Distrito Federal; en los servicios de Medicina Interna, Ginecología-Obstetricia y Cirugía; durante los meses de Mayo del año 2007 hasta Junio del año 2008; quienes por cualquier indicación ameritaron la transfusión de al menos un paquete globular (PG). Pacientes con anemia carencial, anemia por enfermedades crónicas, por sangrados agudos, crónicos o trans-operatorios, pacientes con choque hipovolémico o con sepsis y que ameritaron la transfusión de al menos un PG, todos los pacientes firmaron el consentimiento informado.

Se excluyeron a pacientes que no aceptaran ser parte del estudio, menores de 18 años de edad, pacientes embarazadas, pacientes bajo tratamiento que pudiese alterar las cifras del potasio sérico durante el estudio (uso concomitante o por espacio de 12 horas previas a la inclusión del estudio de Beta-bloqueadores, diuréticos de asa, ahorradores de potasio, tiazídicos, inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina, insulina rápida, infusión IV de bicarbonato o soluciones que contengan Cloruro de potasio). Pacientes en tratamiento sustitutivo de la función renal (diálisis peritoneal o hemodiálisis).

Los criterios de eliminación fueron pacientes que durante el estudio presentaron complicaciones metabólicas, inmunológicas, fiebre o sobrecarga hemodinámica, que ameritó la interrupción de la transfusión, así como pacientes que durante la transfusión hayan recibido tratamiento con alguno de los medicamentos que pudiesen alterar las cifras del potasio sérico (Beta-bloqueadores, diuréticos de asa, ahorradores de potasio, tiazídicos, inhibidores de la enzima convertidora de angiotensina, insulina rápida, infusión IV de bicarbonato o soluciones que contengan Cloruro de potasio, y tratamiento sustitutivo de la función renal); y pacientes que rechazaron continuar con el estudio por cualquier motivo.

Se realizó un cálculo de la muestra, mediante una fórmula que se menciona abajo, resultando de un total de 37 pacientes, redondeándose a un total de 40 pacientes. Se utilizó un muestreo determinístico de tipo intencional.

$$n = \frac{[(Z \alpha/2)^2 \cdot (p \cdot (1-p))]}{(d)^2}$$

$$\text{Donde: } p = 0.30 \quad d = 0.15 \quad Z \alpha/2 = 1.96$$

Pues la probabilidad de presentar disminución o elevación de potasio se estima que es de un 30% y se estima que las diferencias son del 15%.

$$n = \frac{[(1.96)^2 \cdot (0.30 \cdot 0.70)]}{(0.15)^2}$$

$$n = (3.8416 \cdot 0.21) / 0.022 = 36.66$$

n= 37 pacientes. Redondeo= 40 pacientes.

c) Mediciones:

Se obtuvieron los datos de los 40 pacientes incluidos en el estudio, como edad, sexo, ocupación, enfermedades crónicas y otras enfermedades concomitantes, así como toxicomanías, alergias, transfusiones previas y complicaciones de las mismas; se determinó la indicación de transfusión de cada paciente y se enlistaron los medicamentos o soluciones que recibía cada paciente por vía oral o endovenosa durante el estudio para realizar un adecuado análisis descriptivo. En cada paciente se realizó un cálculo del Índice del filtrado glomerular (IFG), mediante la fórmula de Cockcroft-Gault ($140 - \text{edad en años} \times \text{Peso en Kg} / 72 \times \text{creatinina sérica}$). El resultado se expresa en ml/min. En mujeres el resultado se multiplica por 0.85 y en hombres el resultado es tal cual), a partir de la creatinina sérica de cada paciente, obtenida de su expediente clínico.

En cada paciente se obtuvieron las cifras de potasio sérico 5 minutos antes de la transfusión del PG (potasio sérico Pre-transfusional) y 5 minutos después de la transfusión del mismo (potasio sérico Post-transfusional), medibles en mEq/Lt y obtenidas a partir de un examen de laboratorio (Electrólitos séricos), en un laboratorio con equipo calibrado según las normas y estándares de la Secretaría de Salud del Gobierno del Distrito Federal. Cada muestra de sangre se obtuvo con medidas de asepsia y antisepsia, así como con equipo estéril; se utilizó un torniquete de caucho para facilitar la obtención de sangre, el cual se colocó 20 segundos antes de la toma de cada muestra, para evitar una hiperkalemia falsa. Una vez obtenida la muestra, se colocó en un tubo con un gel anticoagulante y se llevó inmediatamente al laboratorio para medir los

electrólitos séricos en cada muestra, obteniéndose el resultado a los 20 minutos de obtenida la muestra.

Se registró a partir de cada PG la fecha de extracción del mismo, para determinar los días de almacenamiento de cada PG. La transfusión del PG en cada paciente se llevó a cabo en 3 horas, se tomaron las medidas de asepsia y antisepsia propias para evitar complicaciones infecciosas. Se registraron el número de paquetes transfundidos en cada paciente y las complicaciones durante la transfusión o después de la misma.

Se realizó una comparación del potasio sérico pre-transfusional en mEq/lit con el potasio sérico post-transfusional en cada paciente, obteniéndose la diferencia de los mismos expresada en mEq/lit, la cual se registró como modificación del potasio sérico; los valores positivos indicaron una elevación del potasio sérico después de la transfusión, los valores negativos indicaron una disminución del potasio sérico después de la transfusión y el valor de 0.0 indicó la No modificación del potasio sérico después de la transfusión.

Se clasificó la modificación en mEq/lit del potasio sérico en varios grupos:

- a) -1.95 a -1.0 mEq/lit. (disminución del potasio sérico).
- b) -0.99 a -0.01 mEq/lit. (disminución del potasio sérico).
- c) 0.0 mEq/lit. (no modificación del potasio sérico).
- d) 0.01 a 0.20 mEq/lit. (elevación del potasio sérico).
- e) Más de 0.21 mEq/lit. (elevación del potasio sérico).

Se clasificó el tiempo en días de almacenamiento de cada PG en varios grupos:

- a) 2 ó menos días de almacenamiento.
- b) 3 a 7 días de almacenamiento.
- c) 8 a 13 días de almacenamiento.
- d) 14 ó más días de almacenamiento.

d) Análisis Estadístico:

Se registraron los datos obtenidos de cada hoja de registro en cada paciente y se vaciaron en una hoja de cálculo de Excel (Microsoft Office 2007), se utilizó el programa Epi-Info 6.0 4d para calcular medias, desviaciones estándar, frecuencias, varianzas, mismas para realizar análisis descriptivo de la población del estudio (Datos epidemiológicos). Se calculó también la media del potasio sérico pre-transfusional y la media del potasio sérico post-transfusional, así como la media de modificación del potasio sérico. Se calculó la media de días de almacenamiento de los PG. Se utilizó la prueba de T de Student de 2 colas para analizar las modificaciones del potasio sérico (modificaciones reales, y por separado: elevación y disminución del potasio sérico), con sus respectivas tablas con valor de $p=0.05$, como significativo. Se cruzaron variables para identificar grupos con enfermedades concomitantes que pudieran influir en las modificaciones del potasio sérico, para observar la influencia del IFG con los cambios del potasio sérico y para observar la influencia de los días de almacenamiento del PG con los cambios en el potasio sérico, las cuáles se calcularon con una prueba de Chi cuadrada de Mantel-Haensel y valores de p , mismos que también se compararon con las tablas para Chi cuadrada para niveles de 0.95 de confianza.

XIII. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE DATOS

a) Datos demográficos:

Se incluyeron 40 pacientes en el estudio. La media de edad fue de 47 ± 15 años, con desviación estándar (DS) de 14.98; 10 pacientes pertenecieron al sexo femenino (25%) y 30 al masculino (75%). (Ver Figura 1 pirámide poblacional).

La mayoría de pacientes eran desempleados (57.5%) y el 22.5% se dedicaban al hogar. El 50% de los pacientes incluidos ya habían tenido transfusiones previas y el resto no las habían tenido.

La media del Índice del filtrado glomerular (IFG) fue de 71 ± 55 ml/min, con DS de 55.008; El IFG fue menor de 60 ml/min en el 45% de los pacientes y mayor de 60 ml/min en el 55% de los pacientes (Ver figura 2: Índice del filtrado glomerular en los pacientes). El 35% de los pacientes padecían insuficiencia renal crónica, 40% con diabetes mellitus, 42.5% con hipertensión arterial sistémica, 32.5% con insuficiencia hepática, 15% con falla renal aguda, 17.5% con desnutrición, entre otros.

La indicación de transfusión de los pacientes fue anemia por diferentes causas en el 62.5% (25) de los pacientes y hemorragia de tubo digestivo alto en 35% de los pacientes. Las causas de anemia más frecuentes en los pacientes del estudio fueron por insuficiencia renal crónica en el 30% de los pacientes, carencial en 17.5% de los pacientes y por sangrados diversos en el 10% de los pacientes, entre otros. (Ver Tabla 1 Datos demográficos).

b) Cambios en el Potasio Sérico:

La media del potasio sérico pre-transfusional fue de 4.39 ± 1.10 mEq/Lt, con una DS de 1.103; La media del potasio sérico post-transfusional fue de 4.10 ± 0.91 mEq/Lt, con una DS de 0.914.

El 65% de los pacientes presentaron disminución del Potasio sérico después de la transfusión del PG, siendo ésta disminución mayor a -1.0 mEq/Lt en el 15% y una disminución menor de -1.0 mEq/Lt en el 50% de los pacientes. El 7.5% de los pacientes no presentaron cambios en el potasio sérico después de la transfusión de un PG.

El 27.5% de los pacientes presentaron elevación del potasio sérico después de la transfusión del PG, siendo ésta mayor a 0.21 mEq/Lt en el 17.5% de los pacientes y menor de 0.21 mEq/Lt en el 10% de los pacientes. (Ver Figura 3: Cambios en el potasio sérico).

El paciente que tuvo mayor disminución del potasio sérico, presentó -1.95 mEq/Lt de disminución con respecto a su valor basal. El paciente que presentó mayor elevación del potasio sérico, presentó 0.39 mEq/Lt de elevación con respecto a su valor basal. Con una media de modificación real de -0.29 mEq/Lt (disminución del potasio sérico) y su respectiva DS de 0.597. Con un valor de *T de 2 colas* significativo de 3.090, con 39 gl, ($p=0.0036$). La media de la magnitud de los cambios (modificación absoluta) fue de 0.40 mEq/Lt y también resultó significativa, con un valor de *T de 2 colas* de 4.974, con 39 gl, ($p=0.00001$).

La modificación media del potasio sérico en los pacientes que presentaron elevación fue de 0.21 mEq/Lt. Y la modificación media del potasio sérico en los pacientes que presentaron disminución fue de -0.54mEq/Lt.

Se compararon los niveles de potasio pre-transfusional con los niveles de potasio post-transfusional y se encontró un aumento en las cifras de hipokalemia (potasio sérico menor de 3.49mEq/Lt) en los pacientes después de ser transfundidos (de un 15 a un 30%). Disminuyó el número de pacientes con Normokalemia (potasio sérico de 3.50 a 4.99mEq/Lt) en los pacientes después de la transfusión (de un 62.5 a un 52.5%) y disminuyó también el número de pacientes con Hiperkalemia (potasio sérico mayor de 5.0mEq/Lt) después de la transfusión (de un 22.5 a un 17.5%). Lo que demuestra la tendencia del potasio sérico a disminuir después de la transfusión. (Ver Figura 4: Comparación del potasio pre-transfusional con el potasio post-transfusional en los pacientes).

Este grado de modificación se analizó con Chi cuadrada, donde $Chi = 26.99$, con 4gl, ($p=0.00001995$), comparado con Tablas donde $Chi = 9.48$, ($p=0.05$). Demostrando estos cambios ser estadísticamente significativos.

c) Días de Almacenamiento:

El promedio de días de almacenamiento de los paquetes globulares fue de 8 ± 5 días, siendo menos de 8 días en el 57.5% de los pacientes y mayor de 8 días en 42.5% de los pacientes. (Ver Figura 5: Días de almacenamiento de los PG).

Para determinar la relación de las modificaciones del potasio sérico con los días de almacenamiento del PG, se obtuvo un valor $Chi = 5.79$, con 12 gl, ($p=0.926$), comparado con $Chi = 21.02$, de las tablas con valor de $p=0.05$.

Por lo que no existió relación entre los días de almacenamiento del PG y las modificaciones en el potasio sérico, sin embargo el resultado no fue significativo. (Ver Figura 6: Relación de la modificación del potasio sérico con los días de almacenamiento).

d) Índice de Filtrado Glomerular:

La relación del IFG con las modificaciones del potasio sérico se determinó con un valor de $Chi = 7.74$, con 12gl, ($p=0.805$), comparado con $Chi = 12.5$, de las tablas con valor de $p=0.05$.

Por lo que no existió relación entre el IFG y las modificaciones en el potasio sérico, sin embargo el resultado no fue significativo. (Ver Figura 7: Relación de la modificación del potasio sérico con el IFG).

e) Enfermedades Concomitantes:

Se analizó la población de los pacientes con diferentes enfermedades crónicas concomitantes para evaluar si existía relación con el grado de modificación del potasio sérico después de la transfusión. (Ver Figura 8: Cambios en el potasio sérico según grupos de enfermedades).

- a) Insuficiencia renal crónica: 65% de los pacientes presentaron elevación del potasio sérico mayor a 0.21mEq/lit después de la transfusión; en el 20% presentaron una elevación del potasio sérico menor a 0.21mEq/lit después de la transfusión y el otro 15% no presentaron modificación del potasio sérico. La relación se determinó con un valor de $Chi = 3.16$, con 4gl, ($p=0.531$), comparado con $Chi = 9.48$, de las tablas con valor de $p=0.05$. Por lo que no existió relación entre la insuficiencia renal crónica y

los cambios en el potasio sérico post-transfusionales, sin embargo el resultado no fue significativo.

- b) Hipertensión arterial: 25% de los pacientes presentaron disminución del potasio sérico mayor a -1.0mEq/l y 20% presentaron disminución del potasio sérico menor a -1.0mEq/l post-transfusional; 40% presentaron elevación del potasio sérico post-transfusional en cualquier magnitud. La relación se determinó con un valor de $Chi = 8.78$, con 4gl, ($p=0.066$), comparado con $Chi = 9.48$, de las tablas con valor de $p=0.05$. Por lo que no existió relación entre la hipertensión arterial y los cambios en el potasio sérico post-transfusionales, sin embargo el resultado no fue significativo.
- c) Diabetes mellitus: El 50% de los pacientes en este grupo presentaron disminución del potasio sérico menor a -1.0mEq/l ; Un 20% presentaron disminución del potasio sérico mayor a -1.0mEq/l , menos del 20% presentaron elevación del potasio sérico post-transfusional en cualquier magnitud. La relación se determinó con un valor de $Chi = 1.89$, con 4gl, ($p=0.755$), comparado con $Chi = 9.48$, de las tablas con valor de $p=0.05$. Por lo que no existió relación entre la diabetes mellitus y los cambios en el potasio sérico post-transfusionales, sin embargo el resultado no fue significativo.
- d) Insuficiencia hepática: 45% de pacientes presentaron disminución del potasio sérico menor a -1.0mEq/l ; Un 15% presentaron disminución del potasio sérico mayor a -1.0mEq/l ; El 30% presentaron elevación del

potasio sérico post-transfusional en cualquier magnitud. La relación se determinó con un valor de $Chi = 0.67$, con 4gl, ($p=0.955$), comparado con $Chi = 9.48$, de las tablas con valor de $p=0.05$. Por lo que no existió relación entre la insuficiencia hepática y los cambios en el potasio sérico post-transfusionales, sin embargo el resultado no fue significativo.

- e) Insuficiencia renal aguda: Todos los pacientes presentaron disminución del potasio sérico después de la transfusión. En 85% de los pacientes la disminución fue menor de -1.0mEq/l ; en el 15% restante tuvieron una disminución del potasio sérico mayor a -1.0mEq/l . La relación se determinó con un valor de $Chi = 4.05$, con 4gl, ($p=0.398$), comparado con $Chi = 9.48$, de las tablas con valor de $p=0.05$. Por lo que no existió relación entre la insuficiencia renal aguda y los cambios en el potasio sérico post-transfusionales, sin embargo el resultado no fue significativo.

Los pacientes con insuficiencia renal crónica presentaron más frecuentemente elevación del potasio sérico; los pacientes diabéticos y los hepatópatas presentaron con más frecuencia disminución del potasio sérico; y los pacientes con insuficiencia renal aguda presentaron disminución del potasio sérico post-transfusional en la totalidad de los casos. Aunque el análisis estadístico demostró que los valores de Chi resultaron menores a los de las tablas con valor de $p=0.05$. Ninguna variable tuvo relación estadísticamente significativa.

f) Complicaciones del estudio:

Ningún paciente presentó complicaciones o reacciones post-transfusionales durante el estudio.

XIV. DISCUSIÓN

El estudio demuestra que los cambios en el potasio sérico post-transfusionales son frecuentes, pero a diferencia de lo que señala la bibliografía internacional a favor de la elevación del potasio sérico, este estudio demostró con más frecuencia la disminución del potasio sérico en los pacientes post-transfundidos (disminución media de -0.54mEq/Lt) en 2 de cada 3 pacientes, seguidos de la elevación del potasio sérico (elevación media de 0.21mEq/Lt); y fue menor la cantidad de pacientes que no presentaron cambios del potasio sérico después de la transfusión de un PG.

La media de modificación del potasio sérico demostró ser con números negativos, tanto en la medición real, como en la absoluta. Lo que indica la tendencia a la disminución del potasio sérico post-transfusional.

Es importante mencionar que los niveles de potasio sérico normales (entre 3.5 y 4.99mEq/Lt) tendieron a disminuir después de la transfusión, aumentando la cifra de pacientes con hipokalemia (menor de 3.49mEq/Lt); también la frecuencia de pacientes con Hiperkalemia (más de 5.00mEq/Lt) disminuyó después de la transfusión, mostrando ser estos resultados significativos. Lo que permite suponer que los pacientes con hiperkalemia, al ser transfundidos, pueden presentar disminución del potasio sérico y llegar a cifras de normokalemia; En cambio los pacientes con Hipokalemia, al ser transfundidos, pueden llegar a presentar mayor hipokalemia; lo que nos lleva de manera consistente a recomendar que los pacientes con hipokalemia que vayan a ser transfundidos, deben recibir una reposición de potasio, mientras se transfunden. Y los

pacientes con Hiperkalemia que vayan a ser transfundidos, en realidad no tienen contraindicación de recibir la transfusión.

Por lo tanto, si hay modificaciones en el potasio sérico, siendo más frecuentes la disminución del potasio sérico post-transfusional.

La razón por la cuál disminuyó el potasio sérico después de la transfusión no se pudo explicar, sin embargo resulta una respuesta muy importante, cuya explicación deberá buscarse en estudios posteriores.

En cuanto a la afirmación previa de que los días de almacenamiento de cada PG eran uno de los factores que más influían en la modificación del potasio sérico post-transfusional, en este estudio no se encontró relación alguna, pero el resultado no fue significativo, por el valor de p tan alto, quizá debido al reducido tamaño de la muestra; por lo que no pudo comprobarse esta hipótesis y necesitará de otros estudios, quizá con un número mayor de pacientes para poder confirmar estos resultados con mayor grado de significancia. Sin embargo analizando las tablas que demuestran estos valores, se observa que en realidad no hay una tendencia en los días de almacenamiento hacia algún valor de modificación, pues se encontraron pacientes con pocos días de almacenamiento del PG y que al mismo tiempo presentaron una elevación del potasio sérico post-transfusional importante y pacientes con mismo tiempo de almacenamiento que no presentaron cambios en el potasio sérico post-transfusional. Por lo que podemos concluir que en realidad no existe relación con los días de almacenamiento del PG y las modificaciones del potasio sérico post-transfusional. (Ver Figura 6).

De forma similar, se quiso demostrar la relación del IFG con las modificaciones del potasio sérico post-transfusional, pues también se comenta que el IFG debe influir en estas modificaciones, pero los resultados obtenidos no fueron alentadores, y no se pudo demostrar relación entre el IFG y la modificación del potasio sérico post-transfusional, sin embargo el resultado tampoco fue significativo por el valor de p tan alto, que explica solo un 20% de los resultados; esto también pudo influirse por el reducido tamaño de la muestra; por lo que se necesitará de más estudios, con un número mayor de pacientes para poder demostrar de manera más significativa estos resultados. Sin embargo si revisamos las tablas de porcentajes, podemos observar que no hubo algún grupo de pacientes con determinado IFG que presentara más cambios o menos cambios, sino que en todos los grupos diferentes de IFG se encontraba casi la misma cantidad de pacientes con disminución importante del potasio post-transfusional, disminución leve, sin modificación o con elevación leve o importante del mismo, por lo que no parece haber alguna relación entre el IFG y las modificaciones del potasio sérico post-transfusional. (Ver Figura 7).

Parece, según los resultados obtenidos en este estudio, que los pacientes con IRC tienden a presentar elevación del potasio sérico post-transfusional y los pacientes con insuficiencia renal aguda, por lo contrario, tienden a presentar disminución del potasio sérico post-transfusional, al igual que los pacientes diabéticos y hepatópatas; estos resultados se analizaron individualmente por grupos para determinar la relación de la enfermedad concomitante con las

modificaciones del potasio sérico post-transfusional y se estableció que no hay relación entre cualquier enfermedad concomitante con las modificaciones del potasio sérico post-transfusional, sin embargo estos resultados no fueron significativos, pues los valores de p , fueron muy altos en todos los casos, resultado que puede explicarse quizá por el número reducido de pacientes en el estudio. Por tanto no fue posible demostrar una relación entre alguna enfermedad concomitante con las modificaciones del potasio sérico post-transfusional en este estudio y se requerirán de más estudios para demostrar estos resultados, quizá con mayor número de pacientes.

XV. CONCLUSIONES

Si existe modificación del potasio sérico después de la transfusión de un PG, el estudio demostró disminución del potasio sérico con mayor frecuencia después de la transfusión. La magnitud de la modificación del potasio sérico resultó significativa.

No se encontró relación del tiempo de almacenamiento del PG con las modificaciones observadas del potasio sérico (disminución o elevación), sin embargo dicho resultado no fue significativo.

No se encontró relación del IFG con las modificaciones observadas del potasio sérico después de la transfusión de un PG, sin embargo el resultado no mostró significancia.

Los pacientes con IRC presentan elevación del potasio sérico post-transfusional con mayor frecuencia y los pacientes con Insuficiencia renal aguda presentan disminución del potasio sérico con mayor frecuencia, pero el resultado no fue significativo.

Se requieren de más estudios, con mayor número de pacientes para poder demostrar si existe alguna relación con el tiempo de almacenamiento, el IFG, o alguna enfermedad concomitante con la magnitud de modificación del potasio sérico post-transfusional, ya que en este estudio no pudo demostrarse de manera significativa, quizá por el reducido número de pacientes.

No hay contraindicación para transfundir un PG a un paciente con hiperkalemia, siendo que incluso le puede beneficiar, disminuyendo los niveles de potasio sérico, de acuerdo a los resultados que se obtuvieron en este estudio.

Los pacientes con Hipokalemia que vayan a ser transfundidos, deben recibir una reposición de potasio durante la transfusión, para evitar mayor hipokalemia inducida por la transfusión del mismo PG, de acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio.

Sería útil, para apoyar los resultados de este estudio, llevar a cabo otro estudio similar con mayor número de pacientes para poder demostrar si existe alguna relación con los días de almacenamiento, con el IFG o con alguna enfermedad concomitante, para que las modificaciones se observen con mayor frecuencia.

XVI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- Olgar, Yetgin, Çetin, et.al.- **Electrolyte Abnormalities at Diagnosis of Acute Lymphocytic Leukemia May Be a Clue For Renal Damage in Long-Term Period [Original Article].-** *Journal of pediatric hematology/oncology.*- Abril, 2005.- Vol. 27(4): 202-206.
- 2.- Nathan, Ganesh, Godinez, et.al.- **Hyperkalemic Cardiac Arrest After Cardiopulmonary Bypass in a Child with Unsuspected Duchenne Muscular Dystrophy [Pediatric Anesthesia: Case Report].-** *International Anesthesia research society.*- Marzo, 2005.- Vol. 100(3): 672-674.
- 3.- Olson, Ann F. CNP, MS, MA.- **Outpatient Management of Electrolyte Imbalances Associated With Anorexia Nervosa and Bulimia Nervosa [Article].-** *Journal of Infusion Nursing.*- Marzo/Abril 2005.- Vol. 28(2): 118-122.
- 4.- White, Veltri, Fackler.- **Preventing adverse events in the pediatric intensive care unit: Prospectively targeting factors that lead to intravenous potassium chloride order errors* [Feature Articles—Continuing Medical Education] .-** *The Society of Critical Care Medicine and the World Federation of Pediatric Intensive and Critical Care Societies.*- Enero, 2005.- Vol. 6(1): 25-31.
- 5.- Heuer, Blumenberg.- **Management of bleeding in a multi-transfused patient with positive HLA class I alloantibodies and thrombocytopenia associated with platelet dysfunction refractory to transfusion of cross-matched platelets [CASE REPORT].-** *Blood Coagulation and Fibrinolysis.*- Junio, 2005.- Vol. 16(4): 287-290.

- 6.- Sturgis, Gianoli, Miller, et.al.- **Avoiding Transfusion in Head and Neck Surgery: Feasibility Study of Erythropoietin [Triological Society Papers].-** *Laryngoscope.*- Enero, 2000.- Vol. 110(1): 51-57.
- 7.- Hankins, Jeng, Harris, et.al.- **Chronic Transfusion Therapy for Children With Sickle Cell Disease and Recurrent Acute Chest Syndrome [Original Article].-** *Journal of Pediatric Hematology/Oncology.*- Marzo, 2005.- Vol. 27(3): 158-161.
- 8.- Kelley, Dorothy.- **Hypovolemic Shock: An Overview [Major Trauma].-** *Critical care Nursing Quarterly.*- Enero/Febrero/Marzo 2005.- Vol. 28(1): 2-19.
- 9.- Murphy, Kay.- **Barcode identification for transfusion safety [Transfusion medicine].-** *Current opinion in Hematology.*- Septiembre, 2004.- Vol. 11(5): 334-338.
- 10.- Méndez, Trow.- **Transfusion-Related Lung Injury: Looking for the “Evil Humor” [Pulmonary Trends].-** *Clinical Pulmonary Medicine.*- Marzo, 2004.- Vol. 11(2): 122-124.
- 11.- Coursin, Connery, Weiss.- **Should red cell transfusions be leukoreduced in critically ill patients? * [EDITORIALS].-** *Critical Care Medicine.*- Febrero, 2004.- Vol. 32(2): 600-602.
- 12.- Ho, Sibbald, Chin-Yee.- **Effects of storage on efficacy of red cell transfusion: When is it not safe? [SCIENTIFIC REVIEWS].-** *Critical Care Medicine.*- Diciembre, 2003.- Vol. 31(12) Supplement: S687-S697.

- 13.-** Goodnough, Lawrence T.- **Risks of Blood Transfusion [SCIENTIFIC REVIEWS].-** *Critical Care Medicine.*- Diciembre, 2003.- Vol. 31(12) Supplement: S678-S686.
- 14.-** Storry, Jill R.- **Human Blood Groups: Inheritance and Importance in Transfusion Medicine [Article].-** *Journal of Infusion Nursing.*- Noviembre/Diciembre, 2003.- Vol. 26(6): 367-372.
- 15.-** Dzik, Corwin, Goodnough, et.al.- **Patient safety and blood transfusion: New solutions.-** *Transfus Med Rev.*- Julio, 2003.- Vol. 17(3): 169-180.
- 16.-** A. Rastegar, M.Soleimani.- **Hypokalaemia and hyperkalaemia.-** *Postgrad Med* 2001; 77:759-64.
- 17.-** F. J. Gennari.- **Hypokalemia.-** *N Engl J Med*; 1998; 339(7): 451-458.
- 18.-** P. Hébert, G. Wells, M. Blajchman, Et.Al.- **A multicenter, randomized controlled clinical trial of transfusion requirements in critical care.-** *N Engl J Med*; 1999; 340(6): 409-17.

XVII. ANEXOS

Figura 1: Pirámide Poblacional.

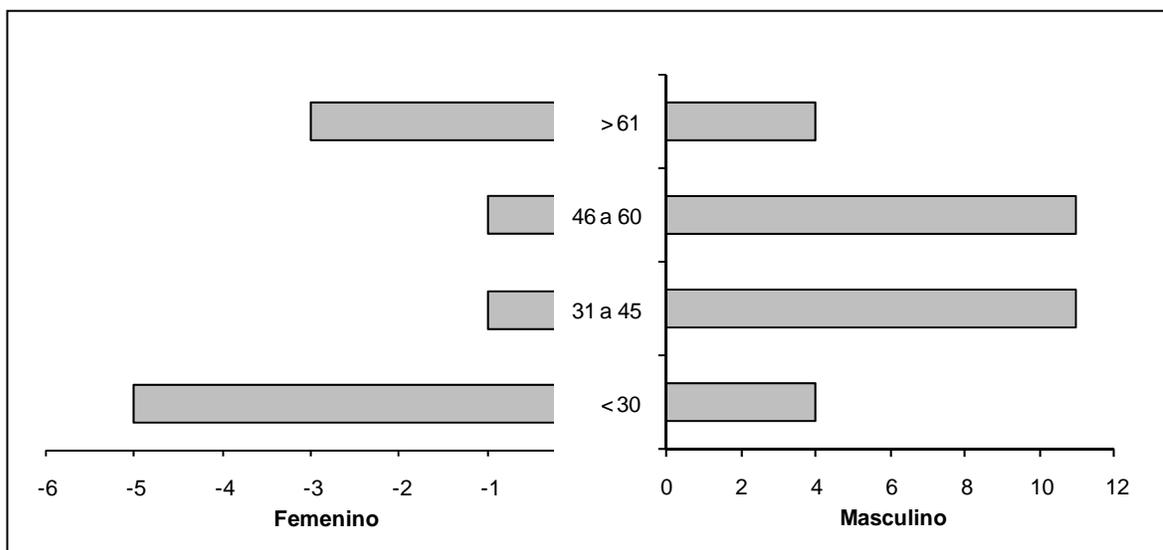
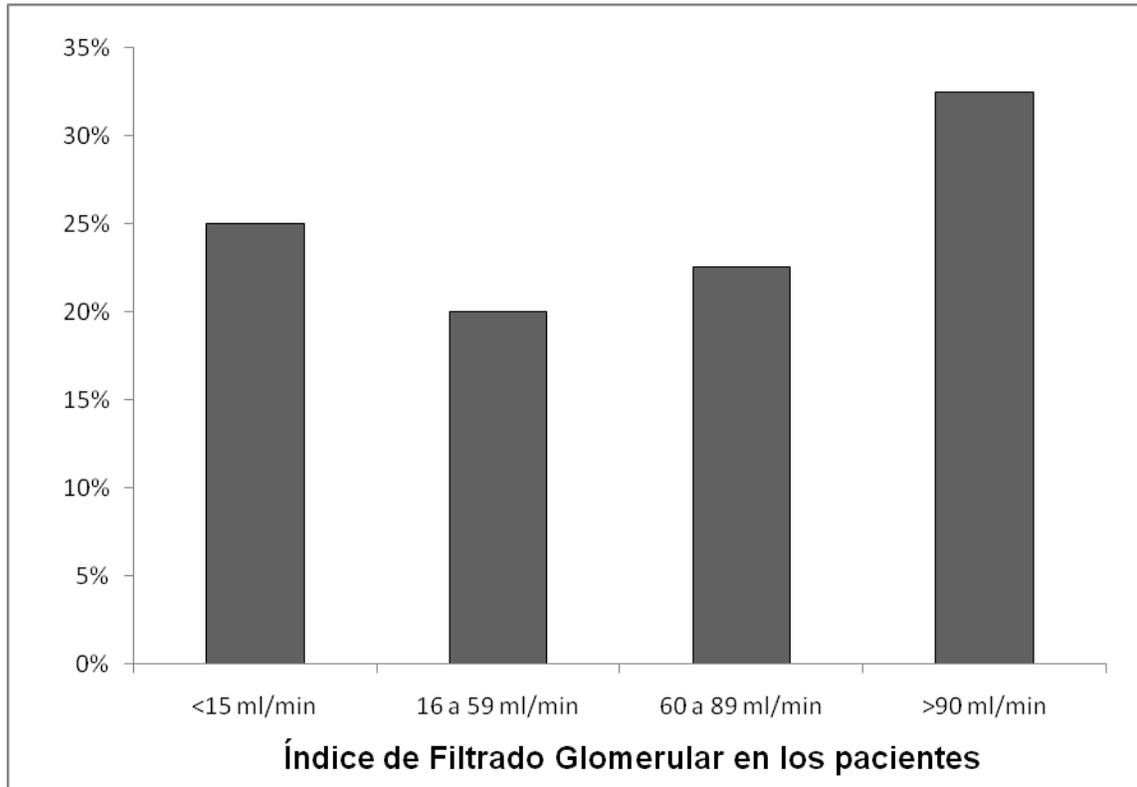
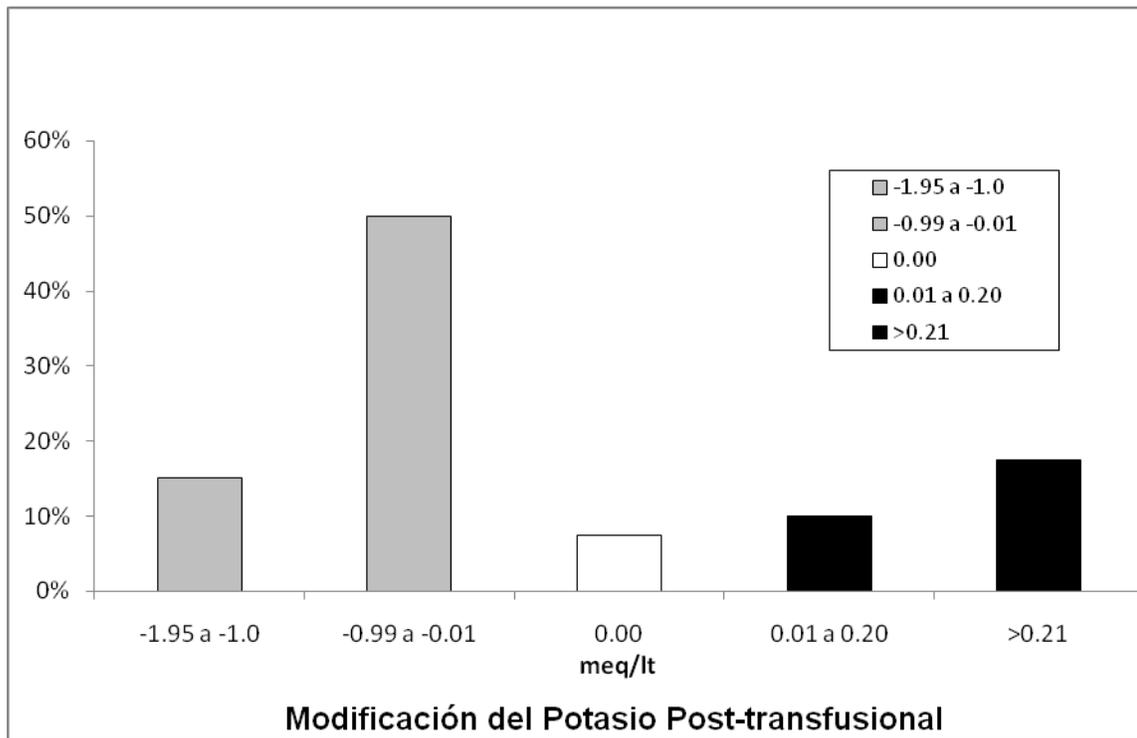


Figura 2: Índice del Filtrado Glomerular en los pacientes del estudio.



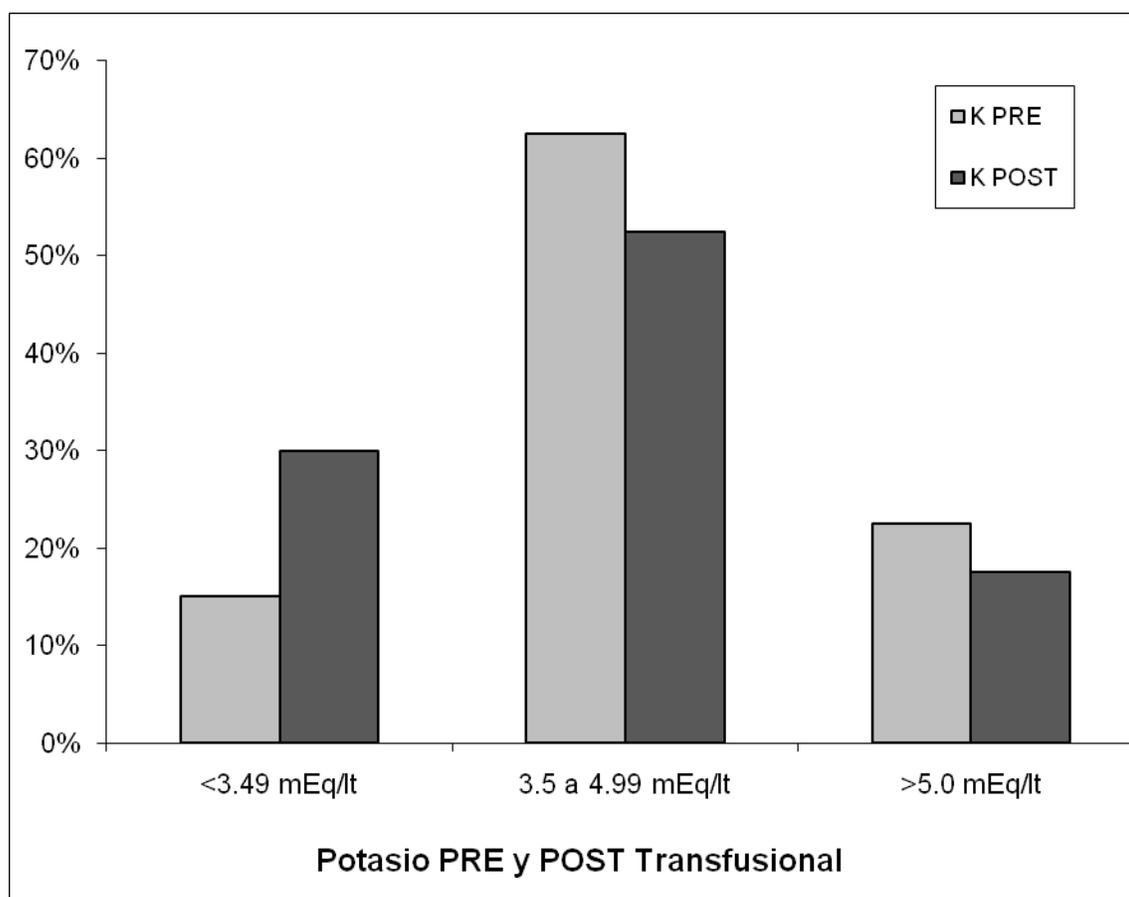
El Índice del Filtrado Glomerular se mide en mililitros/minuto (ml/min).

Figura 3: Cambios en el Potasio sérico.



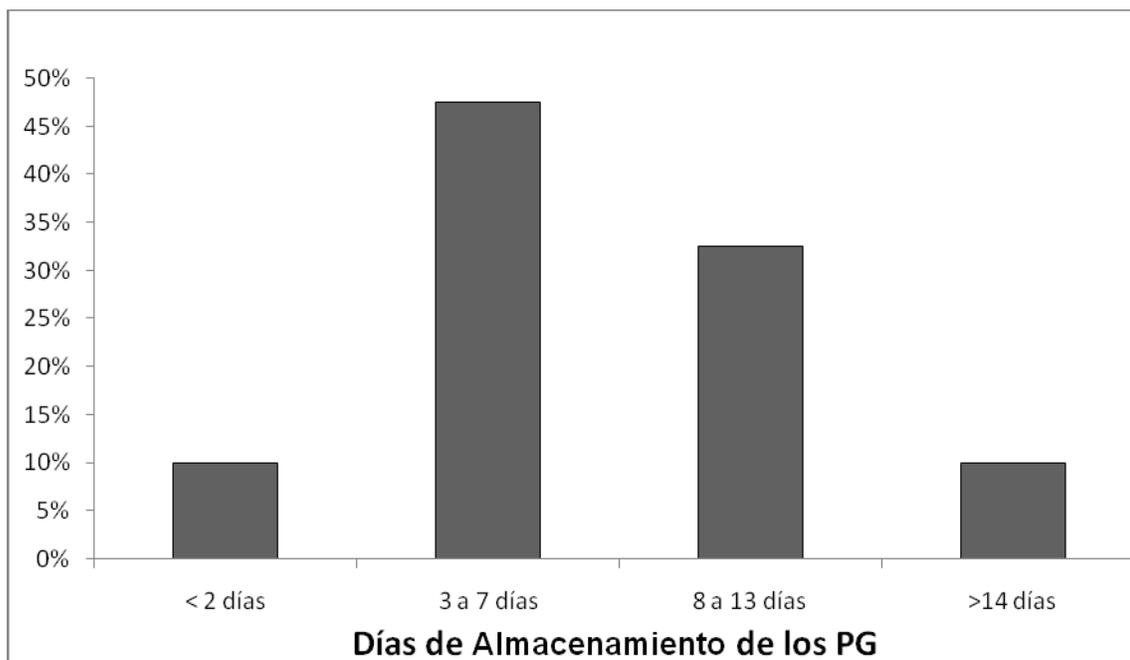
El potasio sérico se mide en miliequivalentes/litro (mEq/Lt). La modificación del potasio sérico post-transfusional resulta de la diferencia del potasio pre-transfusional con el post-transfusional, en mEq/Lt.

Figura 4: Comparación del Potasio Pre-transfusional con el Post-transfusional en los pacientes.



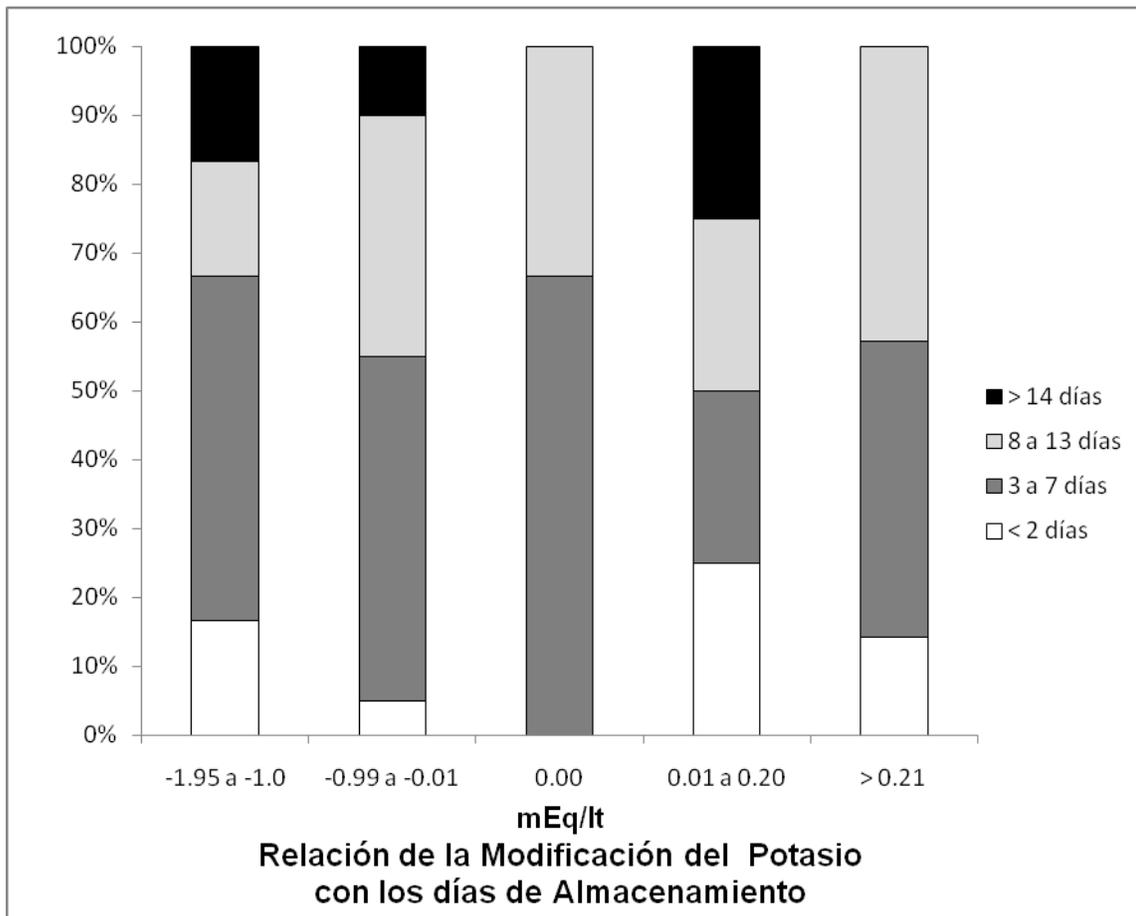
El potasio sérico se mide en miliequivalentes/litro (mEq/lt).

Figura 5: Días de almacenamiento de los Paquetes Globulares.



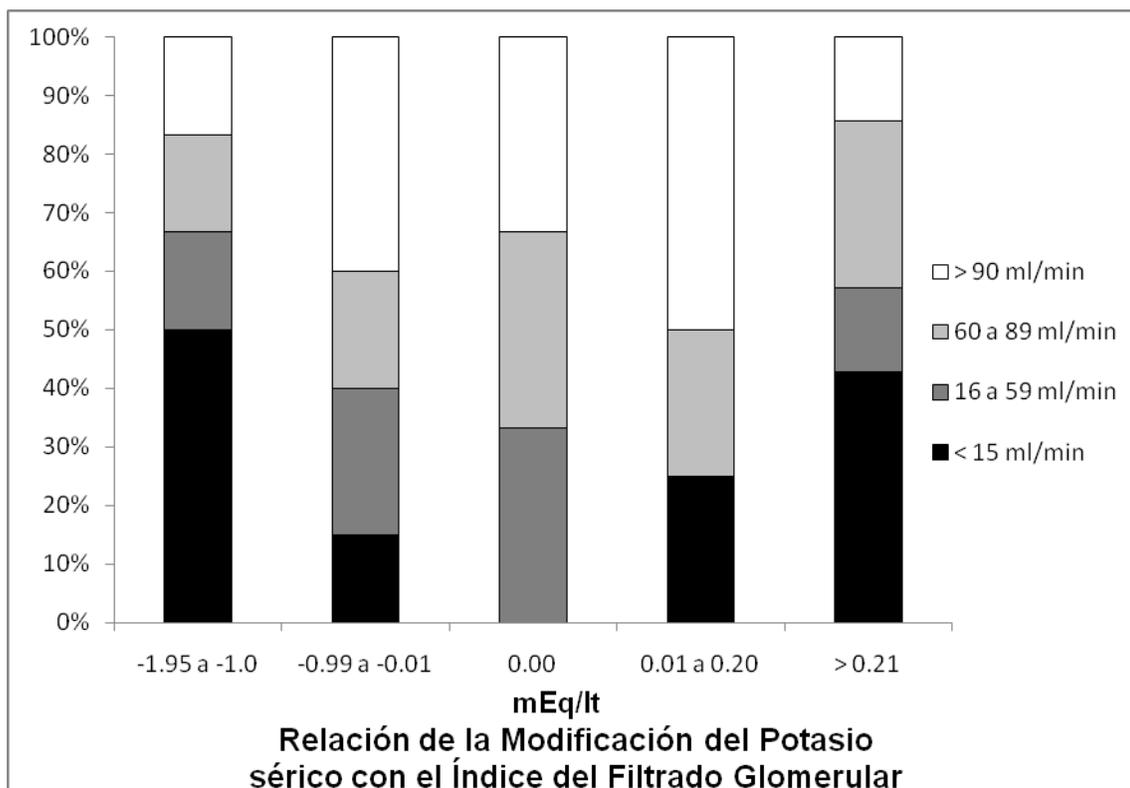
Paquetes Globulares (PG).

Figura 6: Relación de la Modificación del Potasio sérico con los días de almacenamiento.



El potasio sérico se mide en miliequivalentes/litro (mEq/lit).

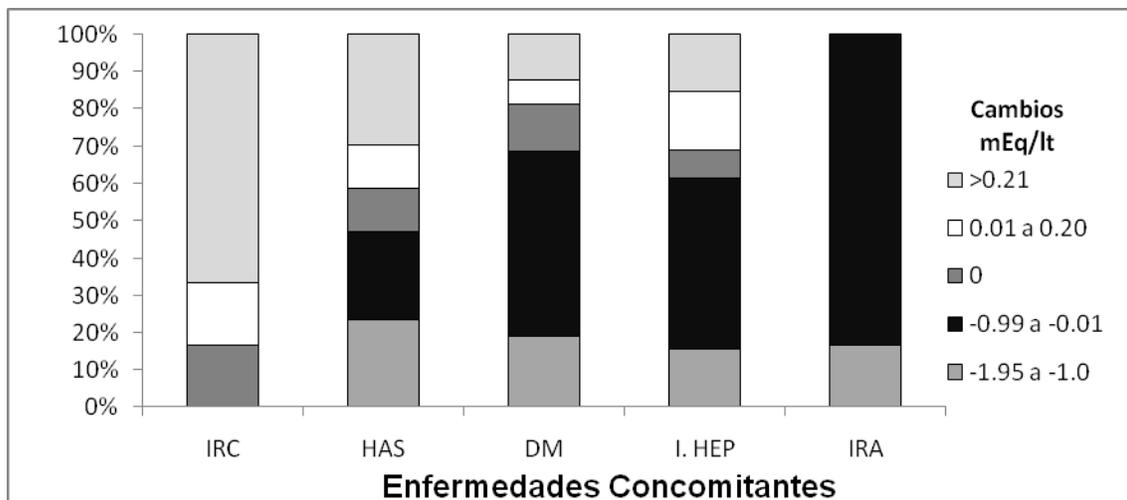
Figura 7: Relación de la Modificación del potasio sérico con el Índice del Filtrado Glomerular.



El Índice del filtrado glomerular se mide en mililitros/minuto (ml/min).

El potasio sérico se mide en miliequivalentes/litro (mEq/Lt).

Figura 8: Cambios en el Potasio sérico según grupos de Enfermedades.



Insuficiencia renal crónica (IRC), Hipertensión arterial (HAS), Diabetes mellitus (DM), Insuficiencia hepática (I.HEP) e Insuficiencia renal aguda (IRA).

El potasio sérico se mide en miliequivalentes/litro (mEq/litro).

Tabla 1: Datos demográficos.

	No. de Pacientes (%)
TOTAL DE PACIENTES	n = 40
EDAD	47 ± 15 años
SEXO	
Femenino	10 (25)
Masculino	30 (75)
OCUPACIÓN	
Desempleado	23 (57.5)
Hogar	9 (22.5)
Otros	8 (20)
TOXICOMANÍAS	
Alcoholismo	15 (37.5)
Tabaquismo	7 (17.5)
TRANSFUSIONES PREVIAS	
Si	20 (50)
No	20 (50)
FILTRADO GLOMERULAR	71 ± 55 ml/min
ENFERMEDADES CRÓNICAS	
Insuficiencia Renal Crónica	14 (35)
Diabetes Mellitus	16 (40)

Continuación de la Tabla 1: Datos Demográficos.

	No. de Pacientes (%)
ENFERMEDADES CRÓNICAS	
Hipertensión Arterial	17 (42.5)
Insuficiencia Hepática	13 (32.5)
Insuficiencia Renal Aguda	6 (15)
Hepatitis Alcohólica	5 (12.5)
Abstinencia Etílica	3 (7.5)
Infarto Cerebral	3 (7.5)
Insuficiencia Cardíaca	3 (7.5)
Infección de Tejidos Blandos	3 (7.5)
Desnutrición	7 (17.5)
INDICACIÓN DE TRANSFUSIÓN	
Anemia Carencial	7 (17.5)
Anemia de Enf. Crónica	1 (2.5)
Anemia por IRC	12 (30)
Anemia por Sepsis	1 (2.5)
Anemia por Sangrado Qx	4 (10)
Hemorragia de tubo digestivo	14 (35)
Pancreatitis Necrótica	1 (2.5)