

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE MEDICINA**



**INCIDENCIA DE LESIÓN RENAL AGUDA: UN ESTUDIO RETROSPECTIVO
EN PACIENTES POLITRAUMATIZADOS QUIRÚRGICOS QUE RECIBEN
TRANSFUSIÓN MASIVA EN EL HOSPITAL UNIVERSITARIO "DR. JOSÉ
ELEUTERIO GONZÁLEZ"**

POR

DR. MISAEL ANDRÉS RODRÍGUEZ RUBIO

**COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE
ESPECIALISTA EN ANESTESIOLOGÍA**

OCTUBRE 2025

OCTUBRE 2025

**INCIDENCIA DE LESIÓN RENAL AGUDA: UN ESTUDIO RETROSPECTIVO
EN PACIENTES POLITRAUMATIZADOS QUIRÚRGICOS QUE RECIBEN
TRANSFUSIÓN MASIVA EN EL HOSPITAL UNIVERSITARIO "DR. JOSÉ
ELEUTERIO GONZÁLEZ"**

Aprobación de la Tesis:



Dr. med. Ana María Espinosa Galindo
Director de Tesis



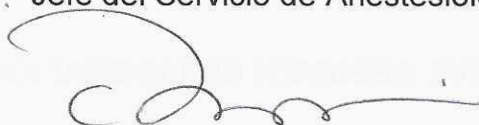
Dra. Norma Guadalupe López Cabrera
Jefa de enseñanza del Servicio de Anestesiología



Dra. Hilda Alicia Llanes Garza
Coordinador de Investigación del Servicio de Anestesiología



Dr. med. Dionicio Palacios Ríos
Jefe del Servicio de Anestesiología



Dr. med. Felipe Arturo Morales Martínez
Subdirector de Estudios de Posgrado

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIA.	i
RESUMEN.	ii - iii
ABSTRACT.	iv - v
I. INTRODUCCIÓN.	1
II. MARCO TEÓRICO.	2-9
III. JUSTIFICACIÓN	10
IV. HIPÓTESIS.	11
V. OBJETIVOS.	12
VI. MATERIALES Y MÉTODOS.	13-23
VII. RESULTADOS.	24-32
VIII. DISCUSIÓN.	33-36
IX. CONCLUSIONES.	37
X. BIBLIOGRAFÍA CITADA.	38- 39
XI . BREVE RESUMEN BIBLIOGRÁFICO DEL TESISISTA.	41

AGRADECIMIENTOS

A LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN, FACULTAD DE
MEDICINA Y AL DIRECTOR PRINCIPAL DE LA TESIS

DEDICATORIA

MI MAYOR MOTOR Y MOTIVACIÓN DURANTE ESTE LARGO Y ARDUO CAMINO FUERON USTEDES FAMILIA. GRACIAS POR TODOS Y CADA UNO DE LOS ESFUERZOS QUE HICIERON PARA QUE YO PUDIERA LOGRAR MIS METAS. A MIS PADRES ALICIA Y JOSÉ GRACIAS POR CUBRIR MIS NECESIDADES BÁSICAS, PERO PRIMORDIALMENTE POR TODO EL AMOR QUE ME HAN DADO. GRACIAS POR SIEMPRE ESTAR AHÍ PARA ESCUCHARME Y ENTENDERME CUANDO ME SENTÍA ABRUMADO, ESTE LOGRO TAMBIEN ES DE USTEDES.

A MI HERMANO ABISAI QUE A PESAR DE ESTAR A LA DISTANCIA SIEMPRE ESTUVISTE AL PENDIENTE DE MÍ Y TE INTERESABAS Y PREOCUPABAS POR MI BIENESTAR.

A MI HERMANA BETSAIDA, DESDE EL DÍA EN QUE DORMISTE EN LA MUERTE NO HAY DÍA QUE NO TE EXTRAÑE, EXTRAÑO IR CONTIGO CAMINO A TU TRABAJO CONTÁNDOTE MIS SUEÑOS Y MIS METAS. ME HICISTE MUCHA FALTA EN ESTE CAMINO, EN MIS DÍAS FELICES PARA CONTARTE MIS LOGROS Y EN MIS DÍAS TRISTES PARA PODER DESAHOGARME CONTIGO. TENGO FE EN QUE UN DÍA NOS VOLVEREMOS A VER, MIENTRAS ESE DÍA LLEGUE YO HARE QUE CON MIS ACTOS TE HAGA SENTIR ORGULLOSA.

A TI QUE ME APOYASTE EN ESTE CAMINO, QUE SIEMPRE ME ESCUCHASTE Y ESTUVISTE PRESENTE CUANDO SENTÍA QUE EL MUNDO SE VENÍA ENCIMA, DÁNDOME PALABRAS DE ALIENTO E IMPULSÁNDOME A SER MEJOR DÍA A DÍA.

“PASE LO QUE PASE ESTAREMOS BIEN”

RESUMEN

Introducción: La lesión renal aguda (LRA) representa una de las complicaciones más relevantes en pacientes con trauma grave y choque hemorrágico, especialmente en aquellos que requieren transfusiones masivas. Los protocolos transfusionales se han diseñado para restaurar la perfusión tisular y prevenir el daño orgánico, sin embargo, la reposición intensiva de hemoderivados puede asociarse con alteraciones metabólicas y disfunción renal secundaria.

Objetivos: Describir la incidencia de lesión renal aguda en pacientes politraumatizados que requirieron una intervención quirúrgica y fueron sometidos a un protocolo de transfusión masiva.

Métodos: Se realizó un estudio observacional, longitudinal, retrospectivo, descriptivo y analítico en pacientes adultos con diagnóstico de politraumatismo que ingresaron a quirófano y recibieron una transfusión masiva en el Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González”, Universidad Autónoma de Nuevo León. Se excluyeron pacientes con enfermedad renal crónica o expedientes incompletos. Los datos clínicos, hemodinámicos y de laboratorio se recolectaron mediante revisión de expedientes. Las variables se analizaron con IBM SPSS Statistics v27, utilizando estadística descriptiva y comparativa. Se aplicaron pruebas t de Student o U de Mann-Whitney para variables continuas y chi-cuadrada o prueba exacta de Fisher para las categóricas, considerando significancia estadística con $p < 0.05$.

Resultados: Se incluyeron 80 pacientes, con edad promedio de 34 ± 13.5 años y predominio masculino (86.3%). El diagnóstico principal fue herida por arma de fuego (51.2%), seguido de politraumatismo (22.5%). La mediana de sangrado transoperatorio fue de 3150 mL (2000–5000). La incidencia de lesión renal aguda fue del 42.9%, y el 7% de estos casos requirió terapia de reemplazo renal. Los pacientes con LRA presentaron niveles más altos de hemoglobina ($p = 0.04$) y creatinina sérica ($p = 0.008$) en comparación con aquellos sin lesión renal. No se observaron diferencias significativas en edad, género, comorbilidades, parámetros hemodinámicos ni en el

volumen de hemoderivados transfundidos. La mortalidad hospitalaria global fue del 62.5%.

Conclusión: La lesión renal aguda se presentó con alta frecuencia en pacientes politraumatizados sometidos a transfusión masiva, lo que refleja la severidad del estado de choque y la vulnerabilidad renal ante la hipoperfusión y el estrés metabólico. Aunque no se identificaron factores clínicos predictivos significativos, los valores elevados de creatinina sugieren daño renal temprano. La elevada mortalidad observada subraya la necesidad de implementar estrategias de monitoreo y prevención del deterioro renal en escenarios de transfusión masiva.

Palabras clave: Lesión renal aguda; transfusión masiva; politraumatismo; choque hemorrágico; cirugía de urgencia.

ABSTRACT

Introduction Acute kidney injury (AKI) represents one of the most significant complications in patients with severe trauma and hemorrhagic shock, especially in those requiring massive transfusions. Transfusion protocols are designed to restore tissue perfusion and prevent organ damage; however, intensive blood product replacement can be associated with metabolic disturbances and secondary renal dysfunction.

Objectives: To describe the incidence of acute kidney injury in polytrauma patients who required surgical intervention and underwent a massive transfusion protocol.

Methods : An observational, longitudinal, retrospective, descriptive, and analytical study was conducted in adult patients diagnosed with multiple trauma who were admitted to the operating room and received a massive transfusion at the “Dr. José Eleuterio González” University Hospital, Autonomous University of Nuevo León. Patients with chronic kidney disease or incomplete medical records were excluded. Clinical, hemodynamic, and laboratory data were collected by chart review. Variables were analyzed with IBM SPSS Statistics v27, using descriptive and comparative statistics. Student t-test or Mann-Whitney U-test were applied to continuous variables and chi-square or Fisher's exact test for categorical variables, considering statistical significance at $p < 0.05$.

Results: Eighty patients were included, with a mean age of 34 ± 13.5 years and a predominance of men (86.3%). The primary diagnosis was gunshot wound (51.2%), followed by multiple trauma (22.5%). The median intraoperative bleeding was 3150 mL (2000–5000). The incidence of acute kidney injury was 42.9%, and 7% of these cases required renal replacement therapy. Patients with AKI had higher levels of hemoglobin ($p = 0.04$) and serum creatinine ($p = 0.008$) compared with those without kidney injury. No significant differences were observed in age, sex, comorbidities, hemodynamic parameters, or the volume of blood products transfused. The overall in-hospital mortality was 62.5%.

Conclusion: Acute kidney injury occurred frequently in polytrauma patients undergoing massive transfusion, reflecting the severity of shock and renal vulnerability to hypoperfusion and metabolic stress. Although no significant clinical predictors were identified, elevated creatinine levels suggest early kidney damage. The high mortality

observed underscores the need to implement strategies to monitor and prevent renal deterioration in massive transfusion settings.

Keywords: Acute kidney injury; massive transfusion; multiple trauma; hemorrhagic shock; emergency surgery

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El politraumatismo constituye una de las principales causas de morbilidad y mortalidad a nivel mundial y representa un desafío constante para los sistemas de salud debido a la complejidad de su manejo. Los pacientes con trauma grave suelen presentar hemorragias masivas que requieren una reposición rápida y eficaz de volumen sanguíneo para mantener la perfusión tisular y prevenir el shock hemorrágico. En este contexto, los protocolos de transfusión masiva (PTM) han sido desarrollados como estrategias sistematizadas que permiten la administración equilibrada de hemoderivados, con el propósito de optimizar la oxigenación, reducir las coagulopatías y mejorar los resultados clínicos.

A pesar de los beneficios observados con la implementación de estos protocolos, la transfusión masiva no está exenta de complicaciones. Una de las más relevantes es la lesión renal aguda (LRA), entidad caracterizada por un deterioro súbito y potencialmente reversible de la función renal, la cual se asocia con un incremento significativo en la morbilidad, la estancia hospitalaria y la mortalidad. Los mecanismos fisiopatológicos que vinculan la transfusión masiva con la LRA incluyen la hipoperfusión renal sostenida, la hemólisis, la exposición a productos de degradación de la hemoglobina y los efectos inflamatorios derivados de los hemoderivados.

Identificar la incidencia de LRA en pacientes politraumatizados sometidos a protocolos de transfusión masiva es fundamental para reconocer los factores de riesgo y establecer estrategias preventivas oportunas. Comprender esta relación permitirá optimizar las decisiones terapéuticas intra y posoperatorias, mejorar la seguridad transfusional y contribuir a la reducción de complicaciones renales en un grupo de pacientes críticamente vulnerables.

CAPITULO II .

MARCO TEÓRICO

Epidemiología del paciente politraumatizado

El politraumatismo representa una de las principales causas de mortalidad y discapacidad a nivel mundial, particularmente en poblaciones jóvenes. En Estados Unidos, se estima que aproximadamente 150,000 personas fallecen anualmente debido a lesiones traumáticas, lo cual resulta en una considerable pérdida de años de vida productiva y un impacto significativo en los costos en salud y programas sociales. Los pacientes politraumatizados suelen presentar múltiples lesiones, y frecuentemente son potencialmente mortales debido al involucro de uno o múltiples órganos vitales. Dentro de las causas de mortalidad en este grupo, el choque hipovolémico de carácter hemorrágico se destaca como la principal, siendo responsable de hasta un 40% de las muertes asociadas trauma. (1,2)

Transfusión de hemoderivados en pacientes politraumatizados

El choque hemorrágico en el contexto del trauma severo implica una reducción crítica en el aporte de oxígeno a los tejidos, atribuible a la disminución aguda del volumen sanguíneo circulante con hipoxia tisular consecuyente y aumento del metabolismo anaerobio. (3) Así mismo, hasta el 25-35% de los pacientes politraumatizados con choque hemorrágico pueden desarrollar una coagulopatía inducida por trauma (CIT), la cual contribuye a la rápida progresión del estado hemorrágico debido al consumo excesivo de plaquetas y factores de coagulación. En estos casos, la reanimación hemodinámica mediante el reemplazo del volumen con productos sanguíneos es crucial para estabilizar al paciente. (1) La transfusión masiva constituye una estrategia de soporte vital en pacientes con hemorragias masivas, y se considera necesaria en aproximadamente el 5-10% de los casos de trauma que requieren hospitalización. La evidencia existente ha

demostrado que la administración rápida y equilibrada de glóbulos rojos, plasma y plaquetas puede mejorar significativamente las tasas de supervivencia en este grupo de pacientes al facilitar la restauración de la hemostasia y la oxigenación tisular. (4)

Transfusión masiva en pacientes politraumatizados

La transfusión masiva se define generalmente en adultos como la administración de diez o más unidades de concentrados de glóbulos rojos en un periodo de 24 horas, la reposición de más del 50% del volumen sanguíneo total en tres horas o la transfusión de 4 concentrados eritrocitarios en 4 horas. (5) En el contexto del trauma severo, la transfusión masiva responde a la necesidad urgente de reemplazar la gran cantidad de sangre perdida y corregir los desequilibrios hemostáticos provocados por el choque hemorrágico. (6) En este grupo de pacientes, la CIT es frecuente y agrava la tendencia al sangrado incontrolado. Los pacientes politraumatizados con CIT requieren un enfoque específico en la transfusión que incluya, además de glóbulos rojos, una rápida reposición de plasma y plaquetas para mitigar la anticoagulación y la hiperfibrinólisis. La naturaleza de estas intervenciones, caracterizadas por la rápida y continua infusión de grandes volúmenes de productos sanguíneos, impone una carga fisiológica significativa que puede predisponer al paciente a complicaciones graves como la lesión renal aguda. (4)

Protocolos de transfusión masiva hospitalarios

En el contexto de la transfusión masiva, los protocolos de transfusión masiva (PTM) son algoritmos clínicos diseñados de forma institucional para estandarizar y optimizar la reanimación hemodinámica en pacientes con sangrado crítico, como los politraumatizados en choque hemorrágico. Estos protocolos, basados en evidencia y adaptados a las condiciones de cada institución, buscan minimizar las complicaciones asociadas al trauma hemorrágico y reducir la mortalidad. (7) Los PTM suelen incluir estrategias para la administración balanceada de productos sanguíneos, el monitoreo continuo de la

hemostasia y la corrección de coagulopatías. (8) Asimismo, promueven una intervención temprana y coordinada entre los equipos de trauma, cirugía, anestesia y laboratorio para asegurar la rápida disponibilidad y administración de componentes sanguíneos. Diversos estudios han demostrado que la implementación de PTM reduce la variabilidad en el tratamiento y mejora los resultados clínicos al disminuir la incidencia de fallas orgánicas y la duración de la estancia hospitalaria en la unidad de cuidados intensivos. (9,10)

Complicaciones asociadas a la transfusión masiva

La transfusión masiva, si bien es fundamental en la reanimación de pacientes con hemorragias críticas, está asociada con una serie de complicaciones, entre las que se incluyen la lesión pulmonar aguda relacionada con transfusión (TRALI), la sobrecarga circulatoria asociada a transfusión (TACO) y la inmunomodulación relacionada con transfusión (TRIM). La TRALI, aunque es poco frecuente, es una de las complicaciones más graves y se asocia con una elevada mortalidad. TACO, por su parte, es una complicación común que puede desestabilizar aún más al paciente politraumatizado en estado crítico. Además, TRIM se ha relacionado con infecciones nosocomiales, mala cicatrización y disfunción multiorgánica, lo cual complica la recuperación. (2,11) Estos efectos adversos subrayan la necesidad de un monitoreo riguroso durante y después de la transfusión masiva para identificar y mitigar tempranamente las complicaciones que puedan surgir. (12)

Lesión renal aguda asociada a transfusión masiva

La lesión renal aguda (LRA) es una complicación frecuente en pacientes sometidos a protocolos de transfusión masiva, especialmente en aquellos con choque hemorrágico y

trauma severo. La incidencia de LRA en este contexto es elevada, se estima que ocurre hasta en un 30% y se asocia con un pronóstico desfavorable, dado que incrementa el riesgo de mortalidad y prolonga la estancia en la unidad de cuidados intensivos. Diversos factores contribuyen al desarrollo de LRA en pacientes con PTM, entre ellos, la hipoperfusión renal secundaria al choque, los efectos adversos de los productos sanguíneos transfundidos y la inflamación sistémica que induce daño tisular. La rápida reposición de volumen mediante cristaloides y coloides en la reanimación inicial puede contribuir a la hipoperfusión renal y a la disfunción tubular. (13,14)

Los mecanismos fisiopatológicos subyacentes a la LRA en el contexto de transfusión masiva son complejos y multifactoriales. Uno de los principales factores implicados es la hipoperfusión renal inicial debida al choque hemorrágico, que compromete la autorregulación del flujo sanguíneo renal y provoca isquemia tisular. Posteriormente, durante la reanimación y restablecimiento del flujo, puede ocurrir un fenómeno de isquemia reperfusión, caracterizado por la producción de especies reactivas de oxígeno y una activación masiva de citoquinas proinflamatorias. Este fenómeno de reperfusión genera daño en el endotelio renal, contribuyendo al deterioro de la función glomerular y tubular. Además, la transfusión de productos sanguíneos, en particular plasma y plaquetas, puede desencadenar una respuesta inflamatoria sistémica que afecta la microcirculación renal y predispone al desarrollo de microtrombosis y disfunción endotelial. Los cambios hemostáticos propios del trauma y la CIT también pueden contribuir a la aparición de microtrombos en el parénquima renal, exacerbando el daño tubular y favoreciendo el desarrollo de LRA. (15)

Si bien la evidencia se enfoca principalmente en el TRALI, TACO, TRIM y reacciones transfusionales hemolíticas y no hemolíticas como las complicaciones más frecuentes asociadas a transfusión de hemoderivados, la incidencia de LRA asociada a transfusión es aún escasamente descrita en la literatura. A continuación, se describirán algunos de los antecedentes a nuestro estudio de investigación.

ANTECEDENTES

Heber-Wagner y colaboradores realizaron en el 2007 una revisión retrospectiva de 1062 pacientes politraumatizados que recibieron transfusión masiva. Demostraron que, conforme mayor cantidad de hemoderivados fueron transfundidos, más elevada era la mortalidad observada. Por ejemplo, en pacientes que tuvieron una transfusión masiva la tasa de supervivencia fue de 59.6% comparado con 85.2% en el resto de los participantes. Adicionalmente, en pacientes que recibieron entre 0-9 y 10-19 hemoderivados, la incidencia de LRA fue de 3.3% y 9.4% respectivamente, mientras que en los que recibieron 20-29 y >30 esta fue de 15.8% y 18.3%. (16)

Turan y colaboradores evaluaron un total de 5,143 pacientes a través de una base de datos internacional para determinar la morbilidad y mortalidad asociada a transfusión masiva en pacientes a los cuales se le realizó una cirugía. La tasa de mortalidad a 30 días fue de 1.2% en pacientes receptores de 1-4 transfusiones comparado con 21.5% en aquellos a los cuales se le realizó transfusión masiva. Las complicaciones más frecuentes en estos pacientes fueron respiratorias (38%), sistémicas (23%) seguido de LRA en un 18%. (17)

Akaraborworn y colaboradores realizaron en el 2019 un análisis post hoc de una cohorte prospectiva de pacientes asiáticos internados en una unidad de cuidados intensivos para evaluar los predictores asociados a transfusión masiva. Además, compararon la incidencia de complicaciones en pacientes sometidos a transfusión masiva con el resto de los participantes. Como uno de sus principales hallazgos encontraron que la LRA ocurrió en 50% de los participantes que recibieron una transfusión masiva comparado con un 15.4% en el resto, lo que así mismo se asoció a una mayor tasa de mortalidad. (18)

De la Vega-Mendez y colaboradores realizaron un estudio del 2017 al 2021 en 516 pacientes previamente hospitalizados para indagar sobre la posible asociación entre las reacciones transfusionales y desarrollo de LRA. En sus hallazgos describen que su desarrollo fue más común en pacientes receptores de una transfusión (14.7%) comparado con el resto. Así mismo encontraron que las reacciones transfusionales fueron un factor

predictor independiente de LRA con un riesgo relativo de 2.1. Sin embargo, la tasa de mortalidad fue similar en ambos grupos de estudio. (19)

Freeland y colaboradores realizaron un estudio retrospectivo para evaluar la incidencia de LRA y los factores de riesgo asociados en pacientes que les realizaron cirugía cardíaca. La muestra incluyó pacientes con función renal normal preoperatoria, divididos en dos grupos: aquellos con LRA asociada a la cirugía cardíaca y aquellos sin LRA postoperatoria. Los resultados mostraron que, de los factores analizados, la edad, el género y las transfusiones sanguíneas postoperatorias fueron predictores independientes de AKI en estos pacientes. En particular, los hombres (OR: 5.53), pacientes mayores de 60 años (OR: 4.54), y aquellos que recibieron transfusiones postoperatorias (OR: 5.25) presentaron un riesgo significativamente mayor de desarrollar AKI tras la cirugía. Otros factores, como el índice de masa corporal, la fracción de eyección preoperatoria y las comorbilidades, no fueron predictores significativos. Además, valores elevados de creatinina preoperatoria ($p = 0.047$) y la duración del tiempo de bomba ($p = 0.003$) también se asociaron con un mayor riesgo de LRA. (13)

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los efectos adversos asociados al PTM son un problema clínico relevante debido a su relación con una serie de potenciales complicaciones graves, entre las cuales destaca la LRA. Los pacientes que requieren transfusiones masivas generalmente se encuentran en un estado clínico crítico. Si bien una transfusión masiva es necesaria, en ocasiones puede asociarse a desenlaces adversos, específicamente a LRA y disminuir el pronóstico general del paciente. La LRA asociada a la transfusión masiva se debe a varios factores como hipotermia, exacerbación de acidosis metabólica hiperlactatémica, sobrecarga volumétrica, hipocalcemia e hipomagnesemia, reacciones inmunológicas con inflamación sistémica, hemólisis, producción excesiva de vasoconstrictores, entre otros factores no descritos. Por lo anterior, el manejo de los efectos adversos asociados a la transfusión masiva requiere una vigilancia estrecha y una intervención precoz para evitar complicaciones mayores como la lesión renal aguda.

CAPITULO III.

JUSTIFICACIÓN

El PTM es un procedimiento esencial en el manejo de pacientes politraumatizados quirúrgicos que presentan shock hemorrágico severo. Sin embargo, esta intervención se asocia con complicaciones significativas, entre las que destaca la LRA la cual incrementa la morbilidad, prolonga la estancia hospitalaria y está asociada con una mayor mortalidad. A pesar de su importancia, la literatura actual no ha explorado en profundidad la incidencia real de LRA en esta población, ni se ha establecido de manera clara los factores de riesgo modificables que permitan un enfoque preventivo. Más bien, los conocimientos de estas complicaciones son conocidas empíricamente por los médicos especialistas.

En este sentido, la realización de este estudio es fundamental para comprender mejor la magnitud del problema en el entorno de los pacientes politraumatizados quirúrgicos. Obtener datos actualizados y específicos sobre la incidencia de LRA en esta población permitirá identificar posibles estrategias preventivas y guías de manejo que optimicen la atención del paciente y reduzcan las complicaciones asociadas con la transfusión masiva. Además, proporcionará una base sólida para futuras investigaciones clínicas y protocolos de manejo integral.

CAPÍTULO IV.

HIPÓTESIS

. Hipótesis alterna:

El protocolo de transfusión masiva se asocia a una mayor incidencia de lesión renal aguda en pacientes politraumatizados que requieren una intervención quirúrgica.

Hipótesis nula

El protocolo de transfusión masiva no se asocia a una mayor incidencia de lesión renal aguda en pacientes politraumatizados que requieren una intervención quirúrgica.

CAPÍTULO V.

OBJETIVOS

Objetivo primario

1. Describir la incidencia de lesión renal aguda en pacientes politraumatizados que requieren una intervención quirúrgica y fueron sometidos a un protocolo de transfusión masiva.

Objetivos secundarios

1. Describir características clínico-demográficas de los pacientes más frecuentemente sometidos a PLM.
2. Evaluar variables asociadas a mayor frecuencia de LRA en la población de estudio.
3. Evaluar la tasa de mortalidad en la población de estudio.

CAPÍTULO VI.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño metodológico

Observacional, longitudinal, retrospectivo y descriptivo y analítico.

Población en estudio

Pacientes adultos de género indistinto que ingresan a quirófano con diagnóstico de politraumatismo y que recibieron una transfusión masiva a su ingreso a urgencias o durante procedimiento quirúrgico.

Sitio de investigación

Unidad de quirófano del Hospital Universitario “Dr. José Eleuterio González”, Universidad Autónoma de Nuevo León localizado en Monterrey, México.

Criterios de selección

Criterios de Inclusión

- Pacientes adultos de género indistinto.
- Que hayan ingresado a hospitalización por diagnóstico de politraumatismo (ejemplo: herida por proyectil de arma de fuego, herida punzante por arma blanca, traumatismo penetrante, etc.) y ameriten tratamiento quirúrgico de urgencia.
- Que durante estancia en urgencias o quirófano hayan sido sometidos a un protocolo de transfusión masiva.

Criterios de exclusión

- Pacientes con diagnóstico previo de enfermedad renal crónica.

Criterios de Eliminación

- Pacientes que hayan sido trasladados a otra unidad hospitalaria.
- Pacientes con expediente clínico incompleto.

Descripción del diseño

Uno de los investigadores participantes en este estudio recopiló de forma retrospectiva y a través de expedientes clínicos de pacientes que hayan sido sometidos a un PTM y tengan un diagnóstico de politraumatismo. Dichos expedientes fueron recolectados en el

departamento de estadística de la institución donde será realizado el estudio. Se procedió a recolectar información demográfica, clínica, laboratorio, estudios de imagen, desenlaces perioperatorios, mortalidad e incidencia de lesión renal aguda de acuerdo con criterios específicos descritos a continuación.

Desenlaces de interés

Incidencia de LRA definida de acuerdo con los criterios de la Kidney Disease Improving Global Outcomes (KDIGO):

- LRA KDIGO 1:
 - Aumento en el nivel sérico de creatinina de al menos 0.3 mg/dL durante un lapso de 48 horas o,
 - Aumento de la creatinina sérica de 1.5 – 1.9 veces sobre el valor basal o,
 - Calibre urinario <0.5 ml/kg/hora por 6-12 horas.
- LRA KDIGO 2:
 - Aumento de la creatinina sérica 2.0 – 2.9 veces sobre el valor basal o,
 - Calibre urinario <0.5 ml/kg/hora por al menos 12 horas.
- LRA KDIGO 3:
 - Aumento de la creatinina sérica 3 o más veces sobre el valor basal o,
 - Aumento de la creatinina sérica a un valor de 4 mg/dL o más o,
 - Iniciación de terapia de reemplazo renal aguda o,
 - Calibre urinario <0.3 ml/kg/hora por al menos 24 horas o,
 - Anuria de más de 12 horas.

Variables para medir

Variable	Definición	Tipo	Valores de reporte
Edad	Años	Cuantitativa, discreta	Media DE, mediana RIC
Género	Masculino, femenino	Cualitativa, nominal	n y %
Peso	Kg	Cuantitativa, continua	Media DE, mediana RIC
Talla	Metros	Cuantitativa, continua	Media DE, mediana RIC
IMC	Índice de masa corporal	Cuantitativa, continua	Media DE, mediana RIC
Estado civil	Soltero, casado, viudo, divorciado, unión libre	Cualitativa, nominal	n y %
Ocupación	Activo, inactivo	Cualitativa, nominal	n y %
Tabaquismo	paquetes año	Cuantitativa, continua	Media DE, mediana RIC
Alcohol	gramos semana	Cuantitativa, continua	Media DE, mediana RIC
Toxicomanías	Si, no	Cualitativa, nominal	n y %
Diabetes mellitus	Si, no	Cualitativa, nominal	n y %
Hipertensión arterial	Si, no	Cualitativa, nominal	n y %
Otras comorbilidades	Si, no	Cualitativa, nominal	n y %

Diagnóstico	Diagnóstico de ingreso	Cualitativa, nominal	n y %
Presión arterial sistólica	mmHg	Cuantitativa, discreta	Media DE, mediana RIC
Presión arterial diastólica	mmHg	Cuantitativa, discreta	Media DE, mediana RIC
Presión arterial media	Presión arterial media	Cuantitativa, discreta	Media DE, mediana RIC
Índice de choque	Índice de choque	Cuantitativa, continua	Media DE, mediana RIC
Frecuencia cardiaca	Latidos por minuto	Cuantitativa, discreta	Media DE, mediana RIC
Frecuencia respiratoria	Respiraciones por minuto	Cuantitativa, discreta	Media DE, mediana RIC
Saturación de oxígeno	% de saturación	Cuantitativa, discreta	Media DE, mediana RIC
Sangrado activo	Si, no	Cualitativa, nominal	n y %
Grado de choque	Grado I, grado II, grado III, grado IV	Cualitativa, ordinal	n y %
Mecanismo de lesión	Mecanismo de lesión	Cualitativa, nominal	n y %
Escala de coma de Glasgow	Escala de coma de Glasgow (3-15)	Cuantitativa, discreta	Media DE, mediana RIC
Hemoglobina	g/dL	Cuantitativa, continua	Media DE, mediana RIC
Hematocrito	%	Cuantitativa, continua	Media DE, mediana RIC
Leucocitos	Miles/mcl	Cuantitativa, continua	Media DE, mediana RIC

Plaquetas	Miles/mcl	Cuantitativa, continua	Media DE, mediana RIC
BUN	Mg/dL	Cuantitativa, continua	Media DE, mediana RIC
Creatinina	Mg/dL	Cuantitativa, continua	Media DE, mediana RIC
Creatin fosfoquinasa	Unidades	Cuantitativa, continua	Media DE, mediana RIC
PH	Unidades	Cuantitativa, continua	Media DE, mediana RIC
Bicarbonato	Mmol/L	Cuantitativa, continua	Media DE, mediana RIC
Lactato	Mg/dL	Cuantitativa, continua	Media DE, mediana RIC
Tiempo de protrombina	Segundos	Cuantitativa, continua	Media DE, mediana RIC
Tiempo de tromboplastina	Segundos	Cuantitativa, continua	Media DE, mediana RIC
INR	Unidades	Cuantitativa, continua	Media DE, mediana RIC
Procedimiento quirúrgico	Procedimiento quirúrgico	Cualitativa, nominal	n y %
Cantidad de paquetes eritrocitarios	Número de paquetes	Cuantitativa, discreta	Media DE, mediana RIC
Cantidad de concentrados plaquetarios	Número de concentrados	Cuantitativa, discreta	Media DE, mediana RIC
Cantidad de plasmas frescos congelados	Número de plasmas	Cuantitativa, discreta	Media DE, mediana RIC

Cantidad de crioprecipitados	Número de crioprecipitados	Cuantitativa, discreta	Media DE, mediana RIC
Sangrado transoperatorio	mL	Cuantitativa, continua	Media DE, mediana RIC
Creatinina sérica a las 24 horas	Mg/dL	Cuantitativa, continua	Media DE, mediana RIC
Creatinina sérica a las 48 horas	Mg/dL	Cuantitativa, continua	Media DE, mediana RIC
Creatin fosfoquinasa a las 24 horas	Unidades	Cuantitativa, continua	Media DE, mediana RIC
Creatin fosfoquinasa a las 48 horas	Unidades	Cuantitativa, continua	Media DE, mediana RIC
Lesión renal aguda	Si, no	Cualitativa, nominal	n y %
Severidad de lesión renal aguda	KDIGO 1, KDIGO 2, KDIGO 3	Cualitativa, nominal	n y %
Terapia de reemplazo renal aguda	Si, no	Cualitativa, nominal	n y %
Estancia intrahospitalaria	Días	Cuantitativa, discreta	Media DE, mediana RIC
Desenlace intrahospitalario	Fallecimiento, alta médica	Cualitativa, nominal	n y %
Índice PFC/CE	Índice	Cuantitativa, continua	Media DE, mediana RIC
Ultrasonido FAST	Positivo, negativo	Cualitativa, nominal	n y %

Tamaño de muestra

ESTIMACIÓN DE UNA PROPORCIÓN EN UNA POBLACIÓN INFINITA				
$N = \frac{(Z\alpha)^2 (p)(q)}{\delta^2}$				
		al cuadrado		
valor Z	1.96	3.8416		
valor p	0.300		n=	56.0233333
valor q	0.70			
valor δ	0.12	0.0144		

N= Tamaño de la muestra que se requiere.
p= Proporción de sujetos portadores del fenómeno en estudio.
q= 1-p (complementario, sujetos que no tienen la variable de estudio)
δ= Precisión o magnitud del error que estamos dispuestos a aceptar.
Zα= distancia de la media del valor de significación propuesto.

Se utilizó una fórmula para el cálculo de una proporción considerando como desenlace la incidencia de LRA en nuestra población de estudio. Se consideró una incidencia de 35% con un intervalo de confianza de +/- 12%. Se utilizó un valor de Z de 1.96 que abarca una confianza del 95% y poder del 80%. Con lo anterior se estima que se necesitaron al menos 57 participantes en el estudio. Considerando un 30% de expedientes incompletos como pérdidas, se requieren **al menos 75 pacientes en el estudio**.

Consideraciones éticas

El presente protocolo de investigación fue sometido al comité de ética e investigación de nuestra institución local para aprobación. El equipo de investigación se apegó a las sugerencias proporcionadas por el mismo.

Se garantizó que el estudio tuviera apego a la legislación y reglamentación establecidas por la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud. De acuerdo con lo dispuesto en el Reglamento de dicha ley, en su Título Segundo, Capítulo Primero, Artículo 17, Fracción I, el riesgo de este estudio fue considerado como “sin riesgo”, ya que se procedió a realizar una recopilación de información clínica de manera

retrospectiva. Los procedimientos se llevaron a cabo conforme a las normas éticas, al Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación, y a las buenas prácticas clínicas, en plena conformidad con los principios de la Declaración de Helsinki. El investigador garantizó que se realizó una búsqueda minuciosa de la literatura científica sobre el tema, que el protocolo fue sometido a evaluación por el comité de ética e investigación, y que la ejecución estuvo a cargo de personas científicamente calificadas, bajo la supervisión de un equipo médico competente y certificado en su especialidad. Asimismo, se aseguró la confidencialidad de los participantes y se estableció que el estudio sería suspendido si se demostraba que los riesgos superaban los posibles beneficios, situación que en este caso no aplicó. Finalmente, se preservó la exactitud de los resultados obtenidos en la publicación de los hallazgos, y se respetaron los principios éticos contenidos en el Código de Núremberg y en el Informe Belmont.

Consentimiento informado

Se solicitó exención del consentimiento informado al tratarse de un estudio que no involucra ninguna intervención invasiva o procedimiento fuera del manejo rutinario y ser de carácter retrospectivo.

Análisis estadístico

Los datos recolectados fueron capturados y verificados en una base de datos elaborada en Microsoft Excel 2021 y posteriormente se analizaron con el programa IBM SPSS Statistics versión 27.

Se realizó un análisis descriptivo de las variables sociodemográficas, clínicas y de laboratorio. Las variables cuantitativas se expresaron como medias y desviaciones estándar cuando siguieron una distribución normal, o como medianas y rangos

intercuartílicos cuando no cumplieron con dicho supuesto. Las variables cualitativas se presentaron en frecuencias absolutas y porcentajes.

Para la comparación entre grupos (pacientes con y sin lesión renal aguda), se evaluó la normalidad de las variables continuas mediante la prueba de Shapiro-Wilk. Las variables con distribución normal se compararon utilizando la prueba t de Student para muestras independientes, mientras que las variables no paramétricas se analizaron con la prueba U de Mann-Whitney. Las variables categóricas se compararon mediante la prueba de chi-cuadrada de Pearson o la prueba exacta de Fisher, según correspondiera.

Se consideró un nivel de significancia estadística de $p < 0.05$.

Finalmente, se efectuó un análisis exploratorio para identificar posibles asociaciones entre las variables clínicas y de laboratorio con la presencia de lesión renal aguda.

Los resultados se presentaron en tablas comparativas, incluyendo las medidas de tendencia central, dispersión y significancia estadística obtenidas.

Cronograma de actividades

Sometimiento a ética. Aplicación del estudio. Análisis estadístico. Elaboración de artículo. Enviar artículo a publicar.	X		X							
			X		X					
					X					
							X			
							X		X	X
	Abril 2025	-	Junio 2025	-	Agosto 2025	-	Octubre 2025	-	Diciembre 2025	Febrero 2026

CAPÍTULO VII.

RESULTADOS

Se incluyeron un total de 80 pacientes politraumatizados que requirieron intervención quirúrgica y fueron sometidos a un protocolo de transfusión masiva.

La edad media fue de 34 ± 13.5 años, con predominio del sexo masculino (86.3%). El peso promedio fue de 74.3 ± 10.9 kg, la talla mediana de 1.70 m (1.65–1.73) y el índice de masa corporal (IMC) promedio de 25.9 ± 3.4 kg/m².

En cuanto al estado civil, la mitad de los participantes eran solteros (50%), seguidos de casados (26.3%) y en unión libre (15%).

Respecto a la ocupación, la mayoría eran empleados (43.8%), seguidos de desempleados (28.7%).

Tabla 1. Características sociodemográficas de la población estudiada.

Variable	
Edad (años)	34 ± 13.5
Género	
Femenino	11 (13.8%)
Masculino	69 (86.3%)
Peso (kg)	74.3 ± 10.9
Talla (m)	1.70 (1.65–1.73)
IMC (kg/m ²)	25.9 ± 3.4
Estado civil	
Soltero	40 (50.0%)
Casado	21 (26.3%)
Unión libre	12 (15.0%)
Desconocido	6 (7.5%)
Divorciado	1 (1.3%)

Ocupación	
Empleado	35 (43.8%)
Desempleado	23 (28.7%)
Comerciante	6 (7.5%)
Hogar	6 (7.5%)
Estudiante	4 (5.0%)
Desconocido	5 (6.3%)
Jubilado	1 (1.3%)

La mitad de los pacientes refirió tabaquismo (50%), mientras que el 48.8% reportó consumo de alcohol. Asimismo, el 35% presentó antecedentes de toxicomanías. Dentro de las comorbilidades médicas, la diabetes mellitus se identificó en el 6.3%, la hipertensión arterial en el 8.8%, y solo se observaron casos aislados de cáncer (mama y renal), enfermedad cerebrovascular isquémica e hipotiroidismo con diabetes tipo 1.

Tabla 2. Hábitos y antecedentes personales de los pacientes.

Variable	
Tabaquismo	
Positivo	40 (50.0%)
Negado	20 (25.0%)
Desconocido	20 (25.0%)
Alcohol	
Positivo	39 (48.8%)
Negado	21 (26.3%)
Desconocido	20 (25.0%)
Toxicomanías	
Positivo	28 (35.0%)
Negado	34 (42.5%)
Desconocido	18 (22.5%)
Diabetes	5 (6.3%)

Hipertensión arterial	7 (8.8%)
Cáncer de mama	1 (1.3%)
Cáncer renal	1 (1.3%)
EVC isquémico	1 (1.3%)
Hipotiroidismo + DM1	1 (1.3%)

El diagnóstico más frecuente fue herida por arma de fuego (51.2%), seguido de politraumatismo (22.5%) y herida por arma blanca (12.5%). En el ultrasonido FAST, el 60% no fue realizado, mientras que el 37.5% resultó positivo para líquido libre abdominal.

Tabla 3. Diagnósticos principales y resultados del ultrasonido FAST.

Variable	
Diagnóstico	
Herida por arma de fuego	41 (51.2%)
Politrauma	18 (22.5%)
Herida por arma blanca	10 (12.5%)
Aneurisma abdominal roto	2 (2.5%)
Otros	9 (11.3%)
Ultrasonido FAST	
No realizado	48 (60.0%)
Positivo	30 (37.5%)
Negativo	1 (1.3%)

La presión arterial media presentó una mediana de 66.6 mmHg (51–80), con un índice de choque de 1.35 (1.04–1.69). La frecuencia cardiaca promedio fue de 121.2 ± 18.7 lpm y la frecuencia respiratoria de 19.6 ± 5.9 rpm. La saturación de oxígeno fue de 97% (95–98). El 82.5% presentó sangrado activo al ingreso. El grado de choque predominante fue el III (41.3%), seguido de los grados II (32.5%), I (15%) y IV (6.3%). El volumen de sangrado transoperatorio tuvo una mediana de 3150 mL (2000–5000), con administración de una mediana de 8 concentrados eritrocitarios, 4 concentrados plaquetarios y 4 unidades de plasma fresco congelado.

Tabla 4. Parámetros hemodinámicos y quirúrgicos.

Variable	
Presión arterial sistólica (mmHg)	90 (79–110)
Presión arterial diastólica (mmHg)	60 (40–70)
Presión arterial media (mmHg)	66.6 (51–80)
Índice de choque	1.35 (1.04–1.69)
Frecuencia cardiaca (lpm)	121.2 ± 18.7
Frecuencia respiratoria (rpm)	19.6 ± 5.9
Saturación de oxígeno (%)	97 (95–98)
Sangrado activo	66 (82.5%)
Grado de choque	-
I	12 (15.0%)
II	26 (32.5%)
III	33 (41.3%)
IV	5 (6.3%)
Desconocido	4 (5.0%)
Sangrado transoperatorio (mL)	3150 (2000-5000)
Concentrados eritrocitarios (u)	8 (6-11)
Concentrados plaquetarios (u)	4 (4-6)
Plasma fresco congelado (u)	4 (2-5)

Los valores iniciales mostraron una mediana de hemoglobina de 11.38 g/dL (8.98–13.40) y hematocrito de 34.95% (26.4–38.6). Los leucocitos fueron de $12.30 \times 10^3/\mu\text{L}$ (9.81–16.60) y las plaquetas de $230 \times 10^3/\mu\text{L}$ (169–299). La mediana de BUN fue de 14 mg/dL (9–17) y de creatinina sérica 1.10 mg/dL (0.90–1.40). Se observó un pH de 7.25 (7.12–7.32), bicarbonato 16.0 mmol/L (13.9–19.5) y lactato 4.9 mmol/L (2.6–8.4). Los tiempos de coagulación mostraron una mediana de TP 13.4 s (12.0–17.0), TTP 29.6 s (26.3–33.2) e INR 1.19 (1.05–1.36).

Tabla 5. Resultados de laboratorio iniciales.

Variable	
Hemoglobina (g/dL)	11.38 (8.98–13.40)
Hematocrito (%)	34.95 (26.4–38.6)
Leucocitos ($\times 10^3/\mu\text{L}$)	12.30 (9.81–16.60)
Plaquetas ($\times 10^3/\mu\text{L}$)	230 (169–299)
BUN (mg/dL)	14 (9–17)
Creatinina (mg/dL)	1.10 (0.90–1.40)
CPK (U/L)	9345 (151–3393)
pH	7.25 (7.12–7.32)
Bicarbonato (mmol/L)	16.0 (13.9–19.5)
Lactato (mmol/L)	4.9 (2.6–8.4)
TP (s)	13.4 (12.0–17.0)
TTP (s)	29.6 (26.3–33.2)
INR	1.19 (1.05–1.36)

La creatinina sérica a 24 h fue de 1.10 mg/dL (0.80–1.70) y a 48 h de 1.20 mg/dL (0.80–1.80). Se identificó lesión renal aguda (LRA) en 21 pacientes (42.9%), de los cuales 3 (7%) requirieron terapia de reemplazo renal. La mediana de estancia hospitalaria fue de 7 días (2–17). En cuanto al desenlace, 50 pacientes (62.5%) fallecieron, mientras que 29 (36.3%) egresaron por alta médica y 1 (1.3%) por alta voluntaria.

Tabla 6. Desenlaces clínicos y evolución hospitalaria.

Variable	
Creatinina sérica 24 h (mg/dL)	1.10 (0.80–1.70)
Creatinina sérica 48 h (mg/dL)	1.20 (0.80–1.80)
Lesión renal aguda (LRA) (n=49)	21(42.9%)
Terapia de reemplazo renal (n=43)	3 (7%)
Estancia hospitalaria (días)	7 (2-17)
Desenlace hospitalario	

Defunción	50 (62.5%)
Alta médica	29 (36.3%)
Alta voluntaria	1 (1.3%)

De los pacientes que sobrevivieron lo suficiente para ser evaluados, se compararon los grupos con y sin LRA. No se encontraron diferencias significativas en la edad, género, IMC, ni en los hábitos de consumo (tabaquismo, alcohol o toxicomanías). Tampoco hubo diferencias en la presencia de comorbilidades como diabetes o hipertensión, ni en el diagnóstico principal ($p > 0.05$).

Tabla 7. Comparación de variables demográficas y clínicas entre pacientes con y sin lesión renal aguda.

Variable	No LRA		p
	LRA (n=21)	(n=28)	
Edad (años)	36.3 ± 14.7	32.1 ± 14.5	0.321
Género			0.409
Femenino	2 (9.5%)	5 (17.9%)	
Masculino	19 (90.5%)	23 (82.1%)	
IMC (kg/m ²)	25.98 ± 4.02	25.39 ± 3.29	0.582
Tabaquismo			0.509
Positivo	13 (61.9%)	13 (46.4%)	
Negado	4 (19.0%)	9 (32.1%)	
Desconocido	4 (19.0%)	6 (21.4%)	
Consumo de alcohol			0.743
Positivo	12 (57.1%)	13 (46.4%)	
Negado	5 (23.8%)	9 (32.1%)	
Desconocido	4 (19.0%)	6 (21.4%)	
Toxicomanías			0.172
Positivo	5 (23.8%)	13 (46.4%)	
Negado	13 (61.9%)	10 (35.7%)	

Desconocido	3 (14.3%)	5 (17.9%)	
Diabetes mellitus	3 (14.3%)	1 (3.6%)	0.175
Hipertensión arterial	4 (19.0%)	1 (3.6%)	0.077
Diagnóstico principal			0.49
Herida por arma de fuego	11 (52.4%)	13 (46.4%)	
Politrauma	5 (23.8%)	7 (25.0%)	
Herida por arma blanca	1 (4.8%)	4 (14.3%)	
Aneurisma abdominal roto	1 (4.8%)	0 (0%)	
Otros	3 (14.3%)	4 (14.3%)	

En relación con los parámetros hemodinámicos, no se observaron diferencias significativas en la presión arterial media, índice de choque, frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, saturación de oxígeno, sangrado intraoperatorio o grado de choque entre ambos grupos ($p > 0.05$).

Tabla 8. Parámetros hemodinámicos y transfusionales según presencia de lesión renal aguda.

Variable	LRA (n=21)	No LRA (n=28)	p
Presión arterial media (mmHg)	66.7 (52.5–82.3)	73.0 (53.0–88.0)	0.458
Índice de choque	1.35 (1.07–1.60)	1.27 (0.93–1.55)	0.421
Frecuencia cardiaca (lpm)	121.4 ± 18.5	116.1 ± 18.5	0.33
Frecuencia respiratoria (rpm)	19.0 ± 3.2	19.6 ± 6.3	0.704
Saturación de oxígeno (%)	98 (96–98.8)	97 (96–98)	0.445
Sangrado activo intraoperatorio (mL)	3000 (1700–5000)	2750 (1200–3725)	0.266
Grado de choque			0.869
I	2 (9.5%)	5 (17.9%)	

II	9 (42.9%)	11 (39.3%)	
III	8 (38.1%)	8 (28.6%)	
IV	1 (4.8%)	1 (3.6%)	
Concentrados eritrocitarios (u)	7 (6–9.5)	7.5 (6–10)	0.426
Concentrados plaquetarios (u)	4 (4–5)	4 (4–6)	0.535
Plasma fresco congelado (u)	4 (4–4)	4 (2–4)	0.252

Respecto a los parámetros de laboratorio, los pacientes con LRA presentaron niveles significativamente más altos de hemoglobina (13.1 vs. 10.9 g/dL, $p = 0.04$) y creatinina sérica (1.10 vs. 0.90 mg/dL, $p = 0.008$). Las diferencias en hematocrito ($p = 0.059$) y pH ($p = 0.051$) mostraron una tendencia, sin alcanzar significancia estadística.

Tabla 9. Variables bioquímicas y gasométricas comparadas entre pacientes con y sin lesión renal aguda.

Variable	LRA (n=21)	No LRA (n=28)	p
Hemoglobina (g/dL)	13.1 (9.5–14.9)	10.9 (8.6–12.0)	0.04
Hematocrito (%)	39.2 (28.4–45.3)	33.0 (26.1–37.6)	0.059
Leucocitos ($\times 10^3/\mu\text{L}$)	12.7 (9.1–19.3)	11.8 (8.3–17.0)	0.599
Plaquetas ($\times 10^3/\mu\text{L}$)	210 (132.5–284.5)	187.5 (102.8–258.5)	0.425
BUN (mg/dL)	12 (10–16.5)	11.5 (8–14)	0.331
Creatinina (mg/dL)	1.10 (1.00–1.35)	0.90 (0.80–1.20)	0.008
CPK (U/L)	1416 (386–34 091)	672.5 (175–6234)	0.522
pH	7.21 (7.13–7.31)	7.30 (7.22–7.35)	0.051
Bicarbonato (mmol/L)	19.0 (14.0–21.1)	18.7 (15.5–20.6)	0.754
Lactato (mmol/L)	4.10 (3.1–5.65)	3.0 (2.3–7.75)	0.332

CAPÍTULO VIII.

DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio muestran que la lesión renal aguda fue una complicación frecuente en pacientes politraumatizados sometidos a un protocolo de transfusión masiva, con una incidencia cercana a la mitad de los casos evaluados. Este hallazgo evidencia la vulnerabilidad renal ante las condiciones críticas derivadas del choque hemorrágico y la reposición intensiva de volumen. La magnitud del sangrado, la inestabilidad hemodinámica y la exposición a múltiples hemoderivados representan factores que, en conjunto, favorecen la aparición de daño renal transitorio o permanente.

La población estudiada estuvo conformada predominantemente por hombres jóvenes, en edad productiva, lo que coincide con el perfil típico de los pacientes que sufren lesiones traumáticas graves. La alta proporción de heridas por arma de fuego y politraumatismos refleja el tipo de agresiones más comunes en el entorno urbano actual. Estos mecanismos suelen asociarse con pérdida sanguínea masiva y requerimientos transfusionales elevados, lo que incrementa el riesgo de disfunción orgánica múltiple. A pesar de que el protocolo transfusional buscó mantener la estabilidad circulatoria, una parte importante de los pacientes presentó desenlaces adversos, como insuficiencia renal o muerte hospitalaria.

El análisis comparativo entre los grupos con y sin lesión renal aguda no mostró diferencias significativas en variables demográficas, hábitos o comorbilidades, lo que sugiere que el desarrollo de esta complicación estuvo más relacionado con la condición clínica aguda que con factores predisponentes. Aunque los parámetros hemodinámicos y transfusionales fueron similares entre los grupos, los valores de creatinina resultaron significativamente mayores en quienes desarrollaron lesión renal, lo que confirma el deterioro funcional renal posterior a la agresión inicial.

Asimismo, se observó una tendencia hacia valores más bajos de pH y bicarbonato en los pacientes con lesión renal, lo que podría interpretarse como la consecuencia de un estado de hipoperfusión prolongada y acidosis metabólica. Estas alteraciones, junto con la

hipoxia tisular, pueden haber contribuido al daño tubular agudo. El hallazgo de niveles más elevados de hemoglobina en este grupo podría explicarse por hemoconcentración o por una respuesta transfusional inmediata previa a la evaluación bioquímica.

La elevada mortalidad observada pone de manifiesto la gravedad del cuadro clínico y la complejidad del manejo integral de estos pacientes. El hecho de que más de la mitad falleciera durante la hospitalización limita el seguimiento y la evaluación completa de la función renal en el periodo posterior, pero también subraya la importancia de implementar estrategias tempranas de prevención y monitoreo renal en los escenarios de transfusión masiva.

Los resultados de este estudio mostraron una alta incidencia de lesión renal aguda (LRA) en pacientes politraumatizados sometidos a un protocolo de transfusión masiva, lo cual coincide con la tendencia observada en otras investigaciones internacionales. En nuestra población, la LRA se presentó en el 42.9% de los casos, cifra superior a la descrita por Huber-Wagner y colaboradores, quienes analizaron 1062 pacientes politraumatizados y encontraron una incidencia de 3.3% a 18.3%, dependiendo del número de hemoderivados administrados (16). Esta diferencia podría explicarse por las variaciones en la definición de LRA, las características clínicas de los pacientes y la gravedad del estado hemodinámico al momento del ingreso. No obstante, ambos estudios coinciden en que el incremento en el número de transfusiones se asocia con una mayor mortalidad, reflejando la relación directa entre la magnitud del sangrado, la reposición masiva y el deterioro multiorgánico.

De manera similar, Turan y colaboradores reportaron una tasa de mortalidad del 21.5% en pacientes que recibieron transfusiones masivas, significativamente mayor en comparación con aquellos que recibieron un número limitado de hemoderivados (17). En nuestro estudio, la mortalidad global fue del 62.5%, lo que podría atribuirse a que la mayoría de los pacientes presentaron choque hemorrágico avanzado y requerimientos transfusionales elevados. Además, las complicaciones renales observadas en nuestra cohorte guardan relación con los hallazgos de dicho estudio, donde la LRA fue la tercera

complicación más frecuente, presente en el 18% de los casos. Esto refuerza la idea de que el daño renal en este contexto representa un marcador de severidad clínica más que una complicación aislada.

Akaraborworn y colaboradores describieron una incidencia aún mayor, con LRA en el 50% de los pacientes sometidos a transfusión masiva, lo que se asoció a una mortalidad significativamente más alta en comparación con los pacientes que no la recibieron (18). Este hallazgo guarda estrecha similitud con nuestros resultados, donde la frecuencia de LRA fue elevada y la mortalidad predominó en los pacientes con inestabilidad hemodinámica grave. Ambas investigaciones sustentan que el deterioro renal podría relacionarse con la combinación de hipoperfusión prolongada, acidosis metabólica y exposición repetida a hemoderivados.

Por su parte, De la Vega-Méndez y colaboradores documentaron que las reacciones transfusionales fueron un factor predictor independiente de LRA, con un riesgo relativo de 2.1, aunque sin diferencias significativas en la mortalidad entre los grupos (19). En nuestra cohorte, si bien no se evaluaron reacciones transfusionales específicas, los valores elevados de creatinina sérica en las primeras 48 horas postoperatorias sugieren una susceptibilidad renal incrementada tras la exposición a productos sanguíneos. Este patrón coincide con la hipótesis de que el daño renal en estos pacientes puede ser multifactorial, combinando efectos hemodinámicos, inflamatorios e inmunológicos.

Finalmente, Freeland y colaboradores demostraron que la transfusión sanguínea postoperatoria fue un factor de riesgo independiente para el desarrollo de LRA en pacientes sometidos a cirugía cardíaca, junto con la edad avanzada y el sexo masculino (13). En el presente estudio, aunque la mayoría de los participantes fueron hombres jóvenes, también se observó una asociación entre mayores niveles de creatinina y desarrollo de LRA, lo que refuerza la importancia del monitoreo renal temprano incluso en pacientes sin antecedentes de disfunción renal.

Entre las principales limitaciones de este estudio se encuentra su diseño retrospectivo, el cual dependió de la calidad y completitud de los registros clínicos disponibles, lo que pudo haber limitado la precisión en la recolección de algunos datos. Además, la muestra se

obtuvo de un solo centro hospitalario, lo que restringe la generalización de los resultados a otras poblaciones o instituciones con diferentes protocolos transfusionales. Tampoco fue posible cuantificar con exactitud todos los factores potencialmente asociados al daño renal, como el tiempo de hipotensión, la administración de fármacos nefrotóxicos o la temperatura corporal intraoperatoria, variables que podrían haber influido en la aparición de la lesión renal aguda.

A pesar de estas limitaciones, el estudio presenta fortalezas relevantes. Se contó con una muestra clínicamente homogénea de pacientes politraumatizados sometidos a protocolos de transfusión masiva bajo condiciones controladas, lo que permitió analizar con mayor precisión la relación entre el daño renal y el manejo hemodinámico. Asimismo, la utilización de parámetros bioquímicos objetivos y criterios diagnósticos uniformes brindó consistencia en la identificación de la lesión renal aguda, mientras que el análisis estadístico comparativo entre los grupos con y sin LRA aportó una visión más clara sobre las posibles variables implicadas en su desarrollo.

De manera integral, los resultados de este trabajo se alinean con la evidencia internacional que relaciona la transfusión masiva con un mayor riesgo de lesión renal aguda y mortalidad. Las perspectivas futuras deben centrarse en la realización de estudios prospectivos y multicéntricos que incluyan un seguimiento prolongado de la función renal, así como la incorporación de biomarcadores tempranos de daño tubular para mejorar la detección y prevención del deterioro renal. La optimización de las estrategias de reanimación, el desarrollo de protocolos individualizados de transfusión y la monitorización continua de la función renal podrían contribuir significativamente a reducir la incidencia de complicaciones y mejorar la supervivencia en pacientes politraumatizados sometidos a transfusión masiva. Un abordaje multidisciplinario que contemple la estabilidad hemodinámica, el control del sangrado y la identificación temprana del daño renal representa un paso esencial hacia una atención más segura y efectiva en este grupo crítico de pacientes.

CAPÍTULO IX.

CONCLUSIÓN

La lesión renal aguda se presentó como una complicación frecuente en pacientes politraumatizados sometidos a protocolos de transfusión masiva, lo que evidencia la fragilidad de la función renal ante el choque hipovolémico y la reposición intensiva de hemoderivados. La incidencia observada en este estudio resalta la importancia de considerar la función renal como un parámetro crítico en la evolución de los pacientes con trauma grave y sangrado activo, especialmente durante las primeras 48 horas posteriores a la intervención quirúrgica.

Aunque no se identificaron diferencias significativas en las características demográficas, hemodinámicas ni transfusionales entre los pacientes con y sin lesión renal, se observó un incremento en los valores de creatinina en aquellos que desarrollaron disfunción renal, lo que sugiere que el daño fue consecuencia directa del estado de choque, la hipoperfusión y el estrés metabólico agudo. Estos hallazgos destacan la necesidad de reforzar la vigilancia clínica y laboratorial temprana, así como de ajustar las estrategias de reanimación y transfusión de acuerdo con el riesgo individual de cada paciente.

El elevado porcentaje de mortalidad hospitalaria encontrado reafirma la gravedad del politraumatismo asociado a hemorragia masiva y la urgencia de optimizar los protocolos de manejo integral. La implementación de medidas de prevención del daño renal, la monitorización estrecha de la perfusión tisular y la intervención temprana ante signos de disfunción orgánica pueden contribuir a mejorar los desenlaces clínicos y reducir la mortalidad en este grupo de pacientes críticos.

CAPÍTULO X.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fecher A, Stimpson A, Ferrigno L, Pohlman TH. The pathophysiology and management of hemorrhagic shock in the polytrauma patient. *J Clin Med*. 2021;10.
2. Sharma S, Sharma P, Tyler LN. Transfusion of blood and blood products: indications and complications [Internet]. *Am Fam Physician*. 2011;83. Available from: www.aafp.org/afp
3. Yoon S, Park AJ, Kim HO. Clinical observation study of massive blood transfusion in a tertiary care hospital in Korea. *Yonsei Med J*. 2011;52:469–75.
4. Pham HP, Shaz BH. Update on massive transfusion. *Br J Anaesth*. 2013;111(Suppl 1).
5. Waters JH. Role of the massive transfusion protocol in the management of haemorrhagic shock. *Br J Anaesth*. 2014;113(Suppl 2):ii3–8.
6. Meißner A, Schlenke P. Massive bleeding and massive transfusion. *Transfus Med Hemother*. 2012;39:73–84.
7. Mitra B, Rainer TH, Cameron PA. Predicting massive blood transfusion using clinical scores post-trauma. *Vox Sang*. 2012;102(4):324–30.
8. Snyder JA. Massive transfusion protocols. *J Emerg Nurs*. 1993;19(4):344–5.
9. Guerado E, Medina A, Mata MI, Galván JM, Bertrand ML. Protocols for massive blood transfusion: when and why, and potential complications. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2016;42:283–95.
10. Moore SA, Raval JS. Massive transfusion: a review. *Ann Blood*. 2022;7.
11. Maxwell MJ, Wilson MJA. Complications of blood transfusion. *Contin Educ Anaesth Crit Care Pain*. 2006;6(6):225–9.
12. Maldonado Rojas MI, Piña Farías LI, Vásquez Rojas MI, Toro Opazo I. Complicaciones asociadas a la transfusión masiva. Massive transfusion: complications associated.

13. Freeland K, Jahromi AH, Duvall LM, Mancini MC. Postoperative blood transfusion is an independent predictor of acute kidney injury in cardiac surgery patients. *J Nephropathol.* 2015;4(4):121–6.
14. Yang JC, Sun Y, Xu CX, Dang QL, Li L, Xu YG, et al. Correlation between red blood cell transfusion volume and mortality in patients with massive blood transfusion: a large multicenter retrospective study. *Exp Ther Med.* 2015;9(1):137–42.
15. Yu JH, Kwon Y, Kim J, Yang SM, Kim WH, Jung CW, et al. Influence of transfusion on the risk of acute kidney injury: ABO-compatible versus ABO-incompatible liver transplantation. *J Clin Med.* 2019;8(11).
16. Huber-Wagner S, Qvick M, Mussack T, Euler E, Kay MV, Mutschler W, et al. Massive blood transfusion and outcome in 1062 polytrauma patients: a prospective study based on the Trauma Registry of the German Trauma Society. *Vox Sang.* 2007;92(1):69–78.
17. Turan A, Yang D, Bonilla A, Shiba A, Sessler DI, Saager L, et al. Morbidity and mortality after massive transfusion in patients undergoing non-cardiac surgery. *Can J Anaesth.* 2013;60(8):761–70.
18. Akaraborworn O, Chaiwat O, Chatmongkolchart S, Kitsiripant C, Chittawatanarat K, Morakul S, et al. Prediction of massive transfusion in trauma patients in the surgical intensive care units (THAI-SICU study). *Chin J Traumatol.* 2019;22(4):219–22.
19. De La Vega-Méndez FM, Estrada MI, Zuno-Reyes EE, Gutiérrez-Rivera CA, Oliva-Martínez AE, Díaz-Villavicencio B, et al. Blood transfusion reactions and risk of acute kidney injury and major adverse kidney events. *J Nephrol.* 2024;37(4):951–60.

CAPÍTULO XI.

RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO

misael andrés rodríguez rubio

candidato para el grado de especialidad en anestesiología

tesis: incidencia de lesión renal aguda: un estudio retrospectivo en pacientes politraumatizados quirúrgicos que reciben transfusión masiva en el hospital universitario "dr. josé eleuterio gonzález"

campo de estudio: ciencias de la salud

datos personales: nacido el 10 de agosto de 1994 en monterrey nuevo león.

hijo de josé ma rodríguez díaz y alicia rubio hernández.

educación: egresado de la facultad de medicina de la universidad autónoma de nuevo león, monterrey méxico, grado obtenido médico cirujano y partero 2015-2021.

especialidad en anestesiología, hospital universitario dr. josé eleuterio gonzález monterrey, nuevo león 2022-2026.