



Universidad
Norbert Wiener

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA ACADÉMICO DE TECNOLOGÍA MÉDICA EN
LABORATORIO CLÍNICO Y ANATOMÍA PATOLÓGICA
SEGUNDA ESPECIALIDAD EN HEMOTERAPIA Y BANCO
DE SANGRE

Trabajo Académico

Tiempo de almacenamiento de concentrados eritrocitarios y potasio sérico post-transfusión en pacientes críticos hospital III “La Capilla”, Juliaca 2025

Para optar el Título de
Especialista en Hemoterapia y Banco de Sangre

Presentado por:

Autora: Cuno Caceres, Lillian Nelly


Código ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-1508-9767>

Asesor: Dr. Navarrete Mejía, Pedro Javier

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9809-6789>

Lima – Perú

2025

 Universidad Norbert Wiener	DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA Y DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN		
	CÓDIGO: UPNW-GRA-FOR-033	VERSION: 01 REVISIÓN: 01	FECHA: 08/11/2022

Yo, Lillian Nelly Cuno Caceres egresado de la Facultad de Ciencias de la Salud y Escuela Académica Profesional de Tecnología Médica / Escuela de Posgrado de la Universidad privada Norbert Wiener declaro que el trabajo académico **“TIEMPO DE ALMACENAMIENTO DE CONCENTRADOS ERITROCITARIOS Y POTASIO SÉRICO POST-TRANSFUSIÓN EN PACIENTES CRÍTICOS HOSPITAL III “LA CAPILLA”, JULIACA 2025”** Asesorado por el docente: NAVARRETE MEJIA PEDRO JAVIER DNI 06796414 ORCID 0000-0002-9809-6789 tiene un índice de similitud de (15) (quince) % con código oid:14912:472709773 verificable en el reporte de originalidad del software Turnitin.

Así mismo:

1. Se ha mencionado todas las fuentes utilizadas, identificando correctamente las citas textuales o paráfrasis provenientes de otras fuentes.
2. No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquella señalada en el trabajo.
3. Se autoriza que el trabajo puede ser revisado en búsqueda de plagios.
4. El porcentaje señalado es el mismo que arrojó al momento de indexar, grabar o hacer el depósito en el turnitin de la universidad y,
5. Asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión en la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas del reglamento vigente de la universidad.



Firma de autor 1
 Lillian Nelly Cuno Caceres
 DNI: 48757896



Firma Asesor
 Dr. Navarrete Mejía Pedro Javier
 DNI: 06796414

Lima, 11 de agosto del 2024

En caso se supere el porcentaje de similitud máximo establecido (mayor a 20%), tanto general como por fuente primaria, afirmo que dicho excedente corresponde al marco metodológico del documento. Procedo a detallar y justificar del mismo.

formulación de problemas, la redacción sigue un patrón similar a otras investigaciones, convencionalmente aceptadas, por ello, es resaltado por Turnitin e incide en la fuente primaria. formulación de objetivos, la redacción sigue un patrón similar a otras investigaciones, convencionalmente aceptadas, por ello, es resaltado por Turnitin e incide en la fuente primaria. delimitación de la investigación, la redacción sigue un patrón similar a otras investigaciones, convencionalmente aceptadas, por ello, es resaltado por Turnitin e incide en la fuente primaria. Títulos y subitulos de documento, la redacción sigue un patrón similar a otras investigaciones, convencionalmente aceptadas, por ello, es resaltado por Turnitin e incide en la fuente primaria. Esquema de Cronograma , la redacción sigue un patrón similar a otras investigaciones, convencionalmente aceptadas, por ello, es resaltado por Turnitin e incide en la fuente primaria

INDICE

CAPÍTULO I. EL PROBLEMA.....	4
1.1 Planteamiento del problema.....	4
1.2 Formulación del problema.....	6
1.2.1 Problema general.....	6
1.2.2 Problemas específicos.....	6
1.3 Objetivos de la investigación.....	7
1.3.1 Objetivo general.....	7
1.3.2 Objetivo específico.....	7
1.4 Justificación.....	8
1.4.1 Teórica.....	8
1.4.2 Metodológica.....	8
1.4.3 Práctica.....	9
1.5 Delimitaciones.....	10
1.5.1 Temporal.....	10
1.5.2 Espacial.....	10
1.5.3 Unidad de Análisis.....	11
CAPÍTULO II: MARCO TEORICO.....	12
2.1 Antecedentes.....	12
2.2.1 Antecedente Internacionales.....	¡Error! Marcador no definido.
2.2 Bases teóricas.....	15
2.3 Formulación de la Hipótesis.....	21
2.3.1 Hipótesis general.....	¡Error! Marcador no definido.
2.3.2 Hipótesis específica.....	¡Error! Marcador no definido.
CAPÍTULO III: METODOLOGIA.....	23
3.1 Método de la investigación.....	23
3.2 Enfoque de la investigación.....	23
3.3 Tipo de investigación.....	23
3.4 Diseño de la investigación.....	24
3.5 Población, muestra y muestreo.....	24
3.5.1 Población.....	24
3.5.2 Muestra.....	¡Error! Marcador no definido.
3.5.3 Criterios de selección.....	25

3.6 Variables y operacionalización	27
3.7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	29
3.8 Plan de procesamiento y análisis de datos	30
3.9 Aspectos éticos.....	30
Capítulo 4. Aspectos Administrativos	32
4.1 Cronograma de Actividades	32
4.2 Presupuesto.....	33
Bibliografía	¡Error! Marcador no definido.
Anexos	40

CAPÍTULO I. EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

La transfusión de concentrados eritrocitarios (CE) continúa siendo una intervención terapéutica esencial para el manejo de pacientes críticos, especialmente en casos de hemorragias agudas, anemias graves o condiciones de hipoxia tisular. Sin embargo, su aplicación no está exenta de riesgos, ya que puede generar alteraciones metabólicas, entre ellas la hipercalcemia postransfusión, relacionada con el incremento del potasio en las unidades almacenadas. En el contexto internacional, se ha observado que los niveles de potasio en los CE aumentan progresivamente durante el almacenamiento, alcanzando concentraciones superiores a 60 mEq/L hacia el final de su vida útil. Esta acumulación se ha asociado con complicaciones graves como arritmias, fibrilación ventricular e incluso paro cardíaco, principalmente en pacientes con función renal comprometida o en estado de acidemia (1). Además, se ha reportado que con cada día adicional de almacenamiento, se incrementan los procesos de hemólisis, el deterioro de la membrana eritrocitaria y la liberación de potasio al sobrenadante (2). Por ello, algunos estudios recientes advierten sobre la necesidad de monitorear el perfil bioquímico de los CE, en especial cuando el acceso a unidades frescas es limitado (3).

En el ámbito latinoamericano, diversos reportes han señalado una subestimación de los eventos metabólicos adversos posteriores a la transfusión, lo cual dificulta el desarrollo de políticas clínicas basadas en evidencia. Un estudio efectuado en pacientes críticos adultos mostró que la transfusión de CE con más de 14 días de almacenamiento se asoció con un incremento significativo en los niveles de potasio, superando los 5.5 mEq/L en las mediciones postransfusionales, sobre todo en casos de transfusiones masivas o administradas en bolos rápidos (4). En otra investigación, se concluyó que la administración de CE con más de 21 días

de almacenamiento se asoció con mayor frecuencia a hipercalemia clínicamente relevante (5). Estas observaciones han motivado propuestas de protocolos de monitoreo electrocardiográfico y de potasio sérico en las unidades de cuidados intensivos de la región.

En el Perú, la situación de los bancos de sangre se ha caracterizado por una limitada disponibilidad de unidades recientes. Según el informe técnico del Ministerio de Salud, entre 2015 y 2020 más del 60% de los concentrados eritrocitarios transfundidos en hospitales de referencia superaban los 14 días de almacenamiento. Esta situación se ve agravada por la escasa donación voluntaria que apenas alcanza el 14% a nivel nacional y por los problemas de infraestructura y cadena de frío en los establecimientos de salud (6). Asimismo, la Guía Técnica de Procedimientos Operativos Estandarizados para Bancos de Sangre del MINSA no contempla, hasta la fecha, lineamientos específicos para el control o rotación de unidades en función de su impacto bioquímico, como el potasio acumulado (7). Esta brecha normativa puede estar incidiendo en la frecuencia no reconocida de eventos adversos metabólicos en pacientes vulnerables.

En Lima y regiones como Puno, la carga asistencial sobre las unidades de cuidados intensivos ha provocado una creciente demanda de CE. En Hospitales como el Hospital III essalud la Capilla de Juliaca, establecimiento de referencia en la macrorregión sur, se ha documentado un incremento de casos con alteraciones electrolíticas posteriores a transfusiones, sin una investigación sistemática que evalúe la relación entre el tiempo de almacenamiento y el potasio sérico postransfusión. Esta carencia de estudios clínico-epidemiológicos impide establecer directrices locales que garanticen la seguridad transfusional. Por tanto, se hizo necesario diseñar una investigación que permita analizar la correlación entre el tiempo de

almacenamiento de concentrados eritrocitarios y los niveles de potasio sérico postransfusión en pacientes críticos del Hospital III Essalud la Capilla, durante el año 2025 (8,9).

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Existe correlación entre el tiempo de almacenamiento de concentrados eritrocitarios y los niveles de potasio sérico postransfusión en pacientes críticos del Hospital III “LA CAPILLA” Juliaca, 2025?

1.2.2 Problemas específicos

1. ¿Existen diferencias en los niveles de potasio sérico postransfusión según el grupo etario de los pacientes críticos transfundidos en el Hospital III “LA CAPILLA” Juliaca, 2025?
2. ¿Existe diferencia en los niveles de potasio sérico postransfusión según el número de unidades transfundidas en pacientes críticos del Hospital III “LA CAPILLA” Juliaca, 2025?
3. ¿Existe relación entre el número de días de almacenamiento de los concentrados eritrocitarios y el nivel de potasio sérico postransfusión en pacientes críticos del Hospital III “LA CAPILLA” Juliaca, 2025?
4. ¿Existen diferencias en los niveles de potasio sérico postransfusión según el tipo de soporte vital (ventilación mecánica o espontánea) en pacientes críticos del Hospital III “LA CAPILLA” Juliaca, 2025?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar la correlación entre el tiempo de almacenamiento de concentrados eritrocitarios y los niveles de potasio sérico postransfusión en pacientes críticos del Hospital III Essalud la Capilla de Juliaca, 2025.

1.3.2 Objetivo específico

1. Comparar los niveles de potasio sérico postransfusión entre los distintos grupos etarios de los pacientes críticos transfundidos en el Hospital III “LA CAPILLA” de Juliaca, 2025.
2. Comparar los niveles de potasio sérico postransfusión según el número de unidades transfundidas en pacientes críticos del Hospital III “LA CAPILLA” de Juliaca, 2025.
3. Determinar la relación entre el número de días de almacenamiento de los concentrados eritrocitarios y el nivel de potasio sérico postransfusión en pacientes críticos del Hospital III “LA CAPILLA” de Juliaca, 2025.
4. Comparar los niveles de potasio sérico postransfusión según el tipo de soporte vital (ventilación mecánica o espontánea) en pacientes críticos del Hospital III “LA CAPILLA” de Juliaca, 2025.

1.4 Justificación

1.4.1 Teórica

La presente investigación se justifica teóricamente porque aborda una problemática insuficientemente explorada en el contexto peruano: la relación entre el tiempo de almacenamiento de concentrados eritrocitarios (CE) y el aumento del potasio sérico postransfusión. Estudios internacionales han demostrado que la acumulación de potasio en los CE es directamente proporcional al tiempo de almacenamiento, alcanzando concentraciones que superan los 60 mEq/L después del día 35, lo que puede ocasionar hipercalemia severa, arritmias e incluso paro cardíaco en pacientes críticos (10). Esta información se basa en principios fisiopatológicos ampliamente reconocidos, como la pérdida de integridad de la membrana eritrocitaria durante el almacenamiento y la consecuente fuga iónica (11). En el Perú, sin embargo, existen muy pocos estudios que hayan documentado empíricamente este fenómeno, lo cual limita el desarrollo de marcos teóricos adaptados a nuestra realidad sanitaria. Por tanto, este estudio contribuirá a enriquecer el cuerpo teórico sobre seguridad transfusional, permitiendo identificar umbrales críticos de almacenamiento asociados a riesgos bioquímicos en pacientes críticos.

1.4.2 Metodológica

Desde el enfoque metodológico, esta investigación resulta pertinente porque adopta un diseño correlacional no experimental de tipo transversal, el cual permite explorar la relación entre dos variables medibles sin necesidad de intervenir directamente sobre

ellas. Esta elección resulta adecuada para entornos hospitalarios, donde la manipulación deliberada de variables clínicas no siempre es viable ni ética. Como sostiene Hernández Sampieri, este tipo de diseño permite identificar la fuerza y dirección de las asociaciones entre variables tal como se presentan en su contexto natural, lo que genera información útil para la toma de decisiones clínicas informadas (12). Adicionalmente, se aplicará un muestreo probabilístico, y los datos serán recolectados mediante instrumentos validados, lo cual garantizará la rigurosidad metodológica y permitirá que los resultados sean replicables. El análisis estadístico contemplará la prueba de correlación de Spearman y técnicas adicionales que contribuyan a evaluar con solidez los vínculos entre las variables estudiadas. El análisis estadístico incluirá pruebas de correlación de Spearman y análisis de regresión, permitiendo establecer inferencias robustas. Esta elección metodológica es pertinente considerando que se trabajará con pacientes críticos, donde no es factible aplicar intervenciones experimentales por razones éticas.

1.4.3 Práctica

En el ámbito práctico, esta investigación es altamente relevante porque permitirá establecer evidencia local sobre un riesgo clínico potencialmente prevenible: la hipercalcemia inducida por transfusión de CE almacenados durante períodos prolongados. Según el Ministerio de Salud del Perú, entre 2015 y 2020 más del 60% de las unidades de CE transfundidas en hospitales de nivel III superaron los 14 días de almacenamiento (13). Además, la Guía Técnica de Procedimientos Operativos para Bancos de Sangre no contempla aún protocolos específicos para la rotación según el impacto bioquímico de los hemoderivados (14). Por tanto, los resultados de este estudio

podrían contribuir a la actualización de normativas técnicas y protocolos clínicos de transfusión en pacientes críticos. También servirán como insumo para capacitaciones al personal de salud en temas de seguridad transfusional, fortaleciendo las políticas de gestión de calidad en los servicios de hemoterapia y banco de sangre.

1.5 Delimitaciones

1.5.1 Temporal

La presente investigación se llevará a cabo entre los meses de abril y diciembre del año 2025. Este intervalo abarcará todas las fases del estudio, incluyendo la planificación, la recolección de datos, el análisis estadístico y la redacción del informe final. La elección de este periodo responde a la necesidad de disponer del tiempo suficiente para recopilar información clínica y laboratorial relacionada con las transfusiones realizadas en pacientes críticos, lo cual permitirá reunir una muestra adecuada y alineada con los objetivos del estudio. Además, el cronograma seleccionado coincide con el calendario operativo del Hospital III “LA CAPILLA” de Juliaca lo que facilitará una ejecución organizada y eficiente de las actividades propuestas.

.

1.5.2 Espacial

La investigación se realizará en el servicio de cuidados intensivos del Hospital III “LA CAPILLA” de Juliaca, establecimiento de salud de nivel III-1 ubicado en la región Puno y adscrito al Seguro Social de Salud (EsSalud). Esta institución ha sido elegida como escenario del estudio por su carácter de centro de referencia macrorregional, su alta demanda

transfusional y la presencia de un banco de sangre institucional encargado de almacenar y distribuir concentrados eritrocitarios. Las condiciones clínicas y logísticas del hospital facilitarán el acceso a información clave sobre las características del hemocomponente transfundido, así como los valores bioquímicos postransfusión en pacientes críticos. Estas particularidades convierten al Hospital III “LA CAPILLA” en un entorno idóneo para llevar a cabo la presente investigación, garantizando la disponibilidad y calidad de los datos necesarios para cumplir con los objetivos propuestos.

1.5.3 Unidad de Análisis

La unidad de análisis estará conformada por pacientes adultos (mayores de 18 años) en condición crítica, hospitalizados en la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital III “LA CAPILLA” de Juliaca, que hayan recibido al menos una unidad de concentrado eritrocitario durante su estancia. La selección de estos pacientes se realizará en función de criterios clínicos previamente establecidos, tales como la gravedad del estado de salud, la indicación transfusional y la disponibilidad de resultados de laboratorio que incluyan niveles de potasio sérico antes y después de la transfusión. Esta unidad de análisis permitirá disponer de una base sólida para examinar la posible relación entre el tiempo de almacenamiento de los concentrados eritrocitarios y las alteraciones bioquímicas observadas postransfusión, generando así evidencia valiosa para fortalecer las prácticas de seguridad transfusional.

CAPÍTULO II: MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Internacionales

Daulay et al. (2024) desarrollaron un estudio preexperimental en el hospital RSUP Haji Adam Malik de Indonesia con el objetivo de evaluar los efectos del gluconato de calcio sobre los niveles de potasio sérico en pacientes sometidos a transfusiones de concentrados eritrocitarios almacenados por más de tres días. Se trabajó con 30 pacientes quirúrgicos, a quienes se les midieron los niveles de potasio antes y después de la transfusión, así como tras la administración del gluconato de calcio. Los resultados mostraron un incremento promedio del potasio sérico postransfusión (de 3.79 ± 0.54 a 5.84 ± 0.89 mmol/L), evidenciando la fuga progresiva de potasio desde los eritrocitos durante el almacenamiento. Aunque la administración de gluconato redujo ligeramente estos niveles (5.43 ± 0.90 mmol/L), dicha disminución no fue estadísticamente significativa. El estudio resalta la importancia clínica de considerar el tiempo de almacenamiento de los hemocomponentes, especialmente en pacientes vulnerables, ya que el riesgo de hipercalemia transfusional aumenta con la antigüedad de la sangre empleada (15).

Smits-Wintjens et al. (2022) llevaron a cabo un estudio retrospectivo para evaluar la relación entre la edad de los CE transfundidos y el desarrollo de hipercalemia en neonatos ingresados en cuidados intensivos. Se revisaron los registros clínicos de 185 recién nacidos que recibieron transfusiones durante su estancia en la unidad neonatal del Amsterdam UMC. Se encontró que los neonatos que recibieron unidades con más de 21 días de almacenamiento presentaron un aumento significativo del potasio sérico postransfusión (media: 6.2 mmol/L), en comparación con aquellos que recibieron

unidades más frescas (media: 4.3 mmol/L). Se concluyó que el uso de CE almacenados por más de tres semanas está asociado con un mayor riesgo de hipercalcemia neonatal, lo que justifica la preferencia por unidades recientes en dicha población (16).

Brugnara et al. (2022) desarrollaron un estudio con el objetivo de identificar el impacto del almacenamiento de CE sobre los niveles séricos de potasio en pacientes oncológicos transfundidos. Se trató de una investigación clínica observacional en la que participaron 96 pacientes adultos del Hospital Universitario de Padua, Italia. Se midieron niveles de potasio pre y postransfusión, así como el tiempo de almacenamiento de las unidades utilizadas. Los resultados mostraron que el 38.4% de los pacientes que recibieron unidades con más de 28 días presentaron hipercalcemia (>5.5 mmol/L), frente al 9.5% en los que recibieron unidades más frescas. Se concluyó que el almacenamiento prolongado de CE es un factor relevante en el desarrollo de hipercalcemia postransfusión en poblaciones clínicamente comprometidas (17).

Mahida et al. (2021) realizaron un estudio con el objetivo de evaluar la carga de potasio extracelular en unidades de concentrado eritrocitario irradiadas y almacenadas, y su potencial riesgo de hipercalcemia postransfusión. El diseño fue prospectivo, experimental, en un centro de medicina transfusional del Reino Unido. Se analizaron 20 unidades de CE divididas en dos grupos: irradiadas y no irradiadas, midiendo las concentraciones de potasio en el sobrenadante durante los días 0, 7, 14, 21 y 28 de almacenamiento. Se observó un aumento progresivo del potasio en ambos grupos, siendo significativamente mayor en las unidades irradiadas (hasta 85.1 mmol/L al día 28) en comparación con las no irradiadas (68.6 mmol/L al mismo tiempo). Se concluyó que la irradiación acelera la fuga de potasio hacia el sobrenadante, lo cual representa un riesgo relevante en pacientes susceptibles como neonatos o con disfunción renal (18).

Kakaiya et al. (2020) estudiaron el efecto del tiempo de almacenamiento de CE sobre la concentración de potasio en el sobrenadante y su asociación con reacciones transfusionales adversas. El estudio fue observacional y descriptivo, realizado en el centro transfusional del Western Cape, Sudáfrica. Se analizaron 420 unidades de CE durante 42 días de almacenamiento, observándose que el potasio aumentó desde 5.4 mmol/L en el día 1 hasta 66.9 mmol/L al día 42. Además, se documentaron eventos clínicos de hipercalemia postransfusión en pacientes que recibieron unidades con más de 35 días de almacenamiento. Se concluyó que el almacenamiento prolongado de CE incrementa significativamente la concentración de potasio extracelular y representa un factor de riesgo para reacciones adversas en pacientes vulnerables (19).

Mehta et al. (2020) analizaron la estabilidad bioquímica de los CE durante el almacenamiento, centrandó su atención en la fuga de potasio extracelular y su relevancia clínica. El estudio fue prospectivo y se realizó en un banco de sangre universitario de la India. Se evaluaron 50 unidades de CE almacenadas hasta 35 días, tomando muestras del sobrenadante cada 7 días. Se observó un incremento lineal del potasio, alcanzando 58.6 mmol/L al día 35. Además, se señaló que la hipercalemia fue una de las principales complicaciones en pacientes con enfermedad renal crónica que recibieron estas unidades. Concluyeron que el almacenamiento prolongado de CE puede comprometer la seguridad transfusional, recomendando uso preferente de unidades recientes en pacientes con riesgo metabólico (20).

NACIONALES

No se encontró evidencia nacional publicada en los últimos 10 años (2015–2025) que relacione de manera directa el tiempo de almacenamiento de concentrados eritrocitarios y los niveles de potasio sérico postransfusión en pacientes críticos.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Concentrados eritrocitarios: características, conservación y deterioro bioquímico

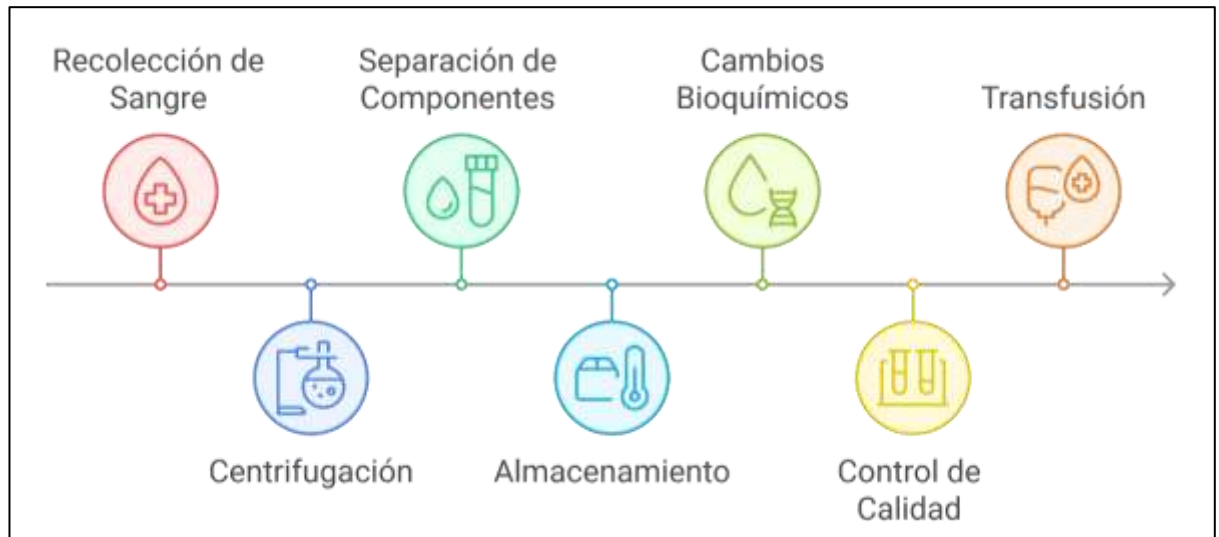
Los concentrados eritrocitarios (CE) son productos hemáticos obtenidos tras la centrifugación de sangre total y la separación del plasma y otros componentes celulares. Constituyen una de las terapias transfusionales más frecuentes en medicina crítica, indicadas en casos de anemia severa, hemorragias agudas y déficits hematológicos. Para su conservación, se emplean soluciones anticoagulantes y preservantes como CPDA-1 (citrato-fosfato-dextrosa-adenina), que permiten su almacenamiento hasta por 35 días a una temperatura entre 1 y 6 °C (21). No obstante, durante el almacenamiento se producen cambios bioquímicos y estructurales conocidos como “lesión por almacenamiento”, los cuales alteran la viabilidad y funcionalidad de los eritrocitos. Estas lesiones incluyen la disminución del pH, el agotamiento del ATP y 2,3-DPG, la pérdida de deformabilidad de la membrana, y la liberación progresiva de potasio intracelular al sobrenadante (22).

El deterioro progresivo de los CE tiene implicancias clínicas, ya que incrementa el riesgo de complicaciones metabólicas postransfusión, especialmente en pacientes vulnerables como los neonatos, pacientes críticos o con insuficiencia renal. Estudios recientes muestran que la concentración de potasio extracelular puede superar los 50 mmol/L en unidades almacenadas más allá de los 21 días (23). Ante esta evidencia, se han establecido criterios de control de calidad para los componentes eritrocitarios, los cuales deben ser verificados por los bancos de sangre, incluyendo el nivel de hemólisis, volumen residual y concentración de electrolitos. En Perú, el Reglamento de Bancos de

Sangre (DS N.º 157-2022-SA) y la Norma Técnica de Hemoterapia exigen el cumplimiento de estos estándares para garantizar la seguridad del paciente (24).

Figura 1

Preparación y transfusión de concentrados eritrocitarios



Nota: Autoría propia

2.2.2 Almacenamiento de hemoderivados y liberación de potasio

Durante el almacenamiento de los concentrados eritrocitarios (CE), los eritrocitos experimentan una serie de alteraciones bioquímicas que comprometen su integridad estructural y funcional. Una de las principales consecuencias fisiopatológicas de este proceso es la fuga progresiva de potasio intracelular hacia el sobrenadante, fenómeno que se incrementa con el tiempo de conservación. En condiciones fisiológicas, los eritrocitos mantienen una alta concentración de potasio intracelular gracias a la bomba sodio-potasio ATPasa, la cual requiere energía derivada del ATP para funcionar correctamente. Sin embargo, a medida que el CE envejece en almacenamiento, los

niveles de ATP disminuyen sustancialmente, lo que compromete la integridad de la membrana y la función de transporte activo, permitiendo así la liberación de potasio libre al plasma de la bolsa (25).

Esta acumulación de potasio extracelular puede alcanzar niveles superiores a 70 mmol/L en unidades almacenadas por más de 28 días, lo cual representa un riesgo clínico importante, sobre todo en transfusiones masivas o en pacientes con insuficiencia renal o inmadurez en la regulación iónica, como ocurre en neonatos y pacientes en UCI (26). Además, se ha reportado que el índice de hemólisis, otro parámetro vinculado al daño eritrocitario, también contribuye a la liberación de potasio al sobrenadante. Diversas investigaciones han documentado una correlación directa entre la edad del componente eritrocitario y la concentración de potasio en la solución conservante, confirmando la relevancia de este proceso en el contexto transfusional (27). A nivel bioquímico, este fenómeno está vinculado no solo a la despolarización de membrana y lisis celular, sino también a la acidificación del medio y a la acumulación de productos del metabolismo anaeróbico, como el lactato. En consecuencia, los protocolos de hemoterapia deben considerar estos mecanismos al seleccionar los hemocomponentes, particularmente para grupos de alto riesgo, donde la hipercalemia iatrogénica puede ser potencialmente fatal.

2.2.3 Potasio sérico postransfusión

El potasio es el principal catión intracelular del organismo y juega un rol clave en el mantenimiento del potencial de membrana celular, la contractilidad miocárdica y la función neuromuscular. En condiciones normales, los niveles séricos de potasio oscilan

entre 3.5 y 5.0 mmol/L. Sin embargo, diversas situaciones clínicas pueden alterar este equilibrio, incluyendo las transfusiones masivas o repetidas de concentrados eritrocitarios (CE), especialmente aquellos almacenados por periodos prolongados. Durante la transfusión, el potasio contenido en el sobrenadante del CE puede ingresar rápidamente al compartimiento intravascular del receptor, provocando un incremento agudo del potasio sérico, un fenómeno conocido como hipercalemia postransfusión (28).

La hipercalemia es una complicación potencialmente mortal, particularmente en pacientes críticos, neonatos, quemados o con insuficiencia renal, quienes presentan una capacidad limitada para excretar el exceso de potasio. Se han reportado casos de arritmias ventriculares, bloqueos cardiacos e incluso paro cardíaco en transfusiones rápidas de unidades con altos niveles de potasio, sobre todo si son transfundidas a través de dispositivos de irradiación o en grandes volúmenes (29). La literatura señala que un incremento mayor a 0.5 mmol/L en potasio sérico tras la transfusión de CE puede considerarse clínicamente significativo, y que este valor se correlaciona con la antigüedad del hemocomponente y con la tasa de transfusión (30).

2.2.4 Variación del potasio postransfusión según número de unidades transfundidas

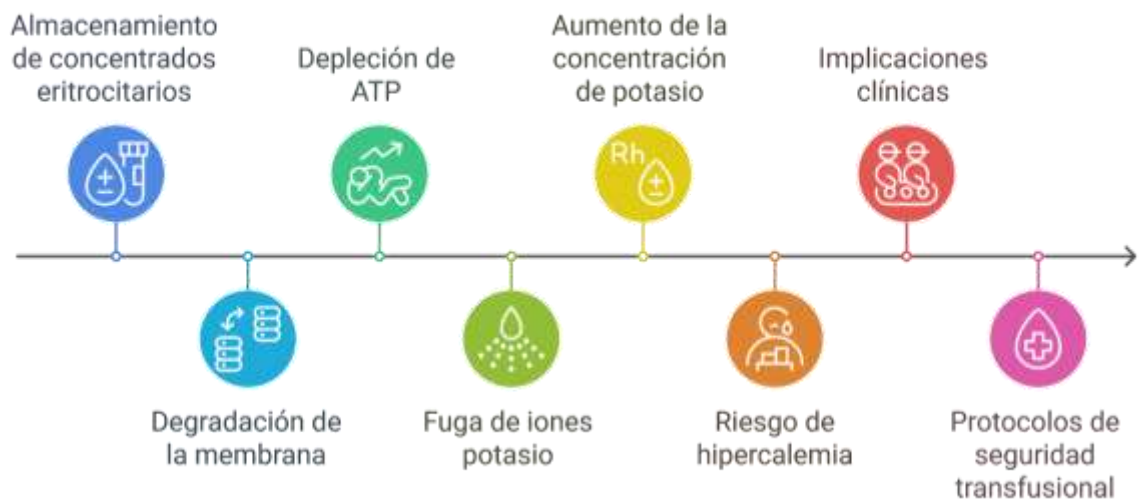
El número de unidades de concentrados eritrocitarios (CE) transfundidas se ha identificado como un factor determinante en la variación del potasio sérico postransfusión. A medida que se incrementa la cantidad de unidades transfundidas, también lo hace la carga total de potasio que ingresa al sistema circulatorio del receptor. Cada unidad de CE almacenada por más de dos semanas puede contener entre 30 a 80 mmol/L de potasio en el sobrenadante, lo cual se suma significativamente cuando se

transfunden múltiples unidades, especialmente en un corto intervalo de tiempo (31). Esta situación es común en pacientes críticos, politraumatizados o sometidos a cirugía mayor, donde el soporte transfusional intensivo es una práctica habitual.

Un estudio retrospectivo realizado en Japón por Yamada et al. (2022) evidenció que los pacientes que recibieron ≥ 4 unidades de CE en un periodo de 24 horas presentaron un incremento promedio de 1.1 mmol/L en el potasio sérico, comparado con un incremento de solo 0.4 mmol/L en quienes recibieron una o dos unidades. La diferencia fue estadísticamente significativa ($p < 0.01$) y se mantuvo incluso después del ajuste por edad, función renal y comorbilidades (32). Asimismo, se observó un mayor riesgo de hipercalemia severa (≥ 6.0 mmol/L) en quienes recibieron transfusiones masivas con CE almacenados por más de 21 días. Estos hallazgos coinciden con estudios clínicos que han demostrado una correlación directa entre el volumen transfundido y los cambios metabólicos postransfusión, particularmente en lo que respecta a los niveles de potasio y lactato (33).

Figura 2

Fisiopatología del potasio en CE almacenados



Nota: Autoría propia

2.2.5 Seguridad transfusional: normativas, criterios de calidad y monitoreo de riesgos bioquímicos

La seguridad transfusional es un componente esencial del sistema de salud pública y está regulada en el Perú por un marco normativo que abarca desde la legislación general hasta los lineamientos técnicos operativos. La Ley N.º 26454 – Ley de la Sangre, promulgada en 1995, declara de interés nacional la promoción de la donación voluntaria de sangre y establece las bases para la recolección, procesamiento, almacenamiento y distribución de sangre humana y sus componentes con criterios de seguridad, calidad y equidad (34). Esta norma fue complementada por el Decreto Supremo N.º 004-2018-SA, que actualizó su reglamento e incorporó lineamientos sobre vigilancia sanitaria, estandarización de procesos, y control de calidad de los componentes sanguíneos (35).

El Decreto Supremo N.º 017-2022-SA aprobó el reglamento actualizado de bancos de sangre y servicios de transfusión, estableciendo disposiciones específicas sobre trazabilidad, monitoreo de eventos adversos, y rotación adecuada de hemocomponentes según indicadores bioquímicos y clínicos (36). En este contexto, la Resolución Ministerial N.º 835-2021/MINSA, que aprueba la Norma Técnica de Salud NTS N.º 129-MINSA/DGIESP-V.01, establece que los bancos de sangre deben evaluar parámetros de calidad como volumen residual, hematocrito, hemólisis y electrolitos, incluyendo el potasio, especialmente en unidades destinadas a pacientes vulnerables como neonatos, críticos o con insuficiencia renal (37).

El Manual de Procedimientos para Bancos de Sangre, publicado por el Programa Nacional de Hemoterapia y Bancos de Sangre (PRONAHEBAS), enfatiza la necesidad de aplicar buenas prácticas transfusionales y bioseguridad, además de verificar las condiciones fisicoquímicas de los hemocomponentes antes de su administración (38). Estas normativas coinciden en que la antigüedad de los concentrados eritrocitarios representa un riesgo potencial de hipercalcemia, por lo que se recomienda el uso prioritario de unidades frescas en situaciones clínicas de alto riesgo.

2.3 Formulación de la Hipótesis

En el presente estudio no se plantea hipótesis debido a que se adopta un diseño no experimental, transversal y correlacional, cuya finalidad es identificar la existencia y dirección de una relación estadística entre variables, sin manipulación ni intervención del investigador. Conforme a lo señalado por Hernández et al., este tipo de estudios no requiere hipótesis causal ni predictiva, ya que se limita a observar los datos tal como

ocurren en su contexto natural y analizar sus posibles asociaciones mediante pruebas estadísticas no paramétricas (39).

CAPÍTULO III: METODOLOGIA

3.1 Método de la investigación

Este estudio seguirá un enfoque deductivo, porque parte de lo que se conoce en la literatura científica sobre los posibles efectos del tiempo de almacenamiento de los concentrados eritrocitarios sobre el potasio en sangre, para luego verificar si esta relación se cumple en los pacientes críticos transfundidos. El diseño metodológico será descriptivo-correlacional, ya que se describirán las características clínicas y transfusionales observadas, sin intervenir sobre ellas, y se evaluará si existe una asociación estadísticamente significativa entre el tiempo de almacenamiento de los hemocomponentes y los niveles de potasio sérico postransfusión (40).

3.2 Enfoque de la investigación

El estudio se realizará con un enfoque cuantitativo ya que permitirá recolectar y analizar datos numéricos de forma objetiva para identificar la relación entre el tiempo de almacenamiento de concentrados eritrocitarios y el nivel de potasio sérico postransfusión, este enfoque facilitará la aplicación de técnicas estadísticas y garantizará resultados medibles, precisos y replicables (40).

3.3 Tipo de investigación

El estudio será de tipo básico ya que estará orientado a generar conocimiento científico sobre los efectos del almacenamiento prolongado de concentrados eritrocitarios y su relación con los niveles de potasio postransfusión, sin buscar una aplicación inmediata. Permitirá ampliar la comprensión de este fenómeno en el contexto clínico (40).

3.4 Diseño de la investigación

El estudio tendrá un diseño no experimental, de tipo transversal y nivel correlacional, ya que se recolectarán datos en un solo momento sin manipular variables para analizar la relación entre el tiempo de almacenamiento de los concentrados eritrocitarios y los niveles de potasio sérico postransfusión en pacientes críticos (40).

3.5 Población, muestra y muestreo

3.5.1 Población

La población del estudio estará constituida por todas las unidades de concentrados eritrocitarios que serán transfundidas a pacientes críticos internados en la Unidad de Cuidados Intensivos del hospital durante el periodo comprendido entre abril y diciembre del año 2025. Se tomará en cuenta únicamente aquellas unidades que cuenten con registros completos en el Banco de Sangre y en las historias clínicas, asegurando así la calidad de los datos para el análisis posterior.

3.5.2 Muestra

Durante los nueve meses de estudio se estima la transfusión de entre 10 a 15 paquetes globulares por mes lo que representaría un total aproximado de entre 90 a 135 unidades eritrocitarias. Este rango resulta suficiente para abordar con profundidad la relación que se desea analizar entre el tiempo de almacenamiento y el nivel de potasio postransfusión, sin requerir procedimientos complejos de estimación de muestra.

3.5.3 Tipo de muestreo

Debido al tamaño reducido y accesible de la población se optará por un muestreo censal lo que permitirá incluir a la totalidad de las unidades eritrocitarias transfundidas que

cumplan con los criterios de inclusión. Esta decisión busca maximizar la validez interna del estudio, permitiendo una evaluación más completa de los datos disponibles en un entorno clínico real.

3.5.3 Criterios de selección

Criterios de inclusión

- Unidades con transfusión realizada a pacientes críticos hospitalizados en la Unidad de Cuidados Intensivos entre abril y diciembre del año 2025.
- Unidades con registro documentado del tiempo de almacenamiento emitido por el Banco de Sangre.
- Unidades con resultado disponible de potasio sérico obtenido luego de la transfusión.
- Unidades con historia clínica completa del paciente transfundido, accesible para revisión.
- Unidades con resultado de potasio postransfusión procesado dentro de las primeras seis horas posteriores a la administración del componente.

Criterios de Exclusión:

- Unidades de pacientes con niveles de potasio sérico pretransfusión fuera del rango fisiológico (menos de 3.0 mmol/L o más de 5.5 mmol/L), ya que podrían interferir con la interpretación del efecto postransfusión.
- Casos donde se hayan recibido transfusiones múltiples y no se pueda individualizar cada unidad.

- Unidades con registros clínicos incompletos, ilegibles o que presenten discrepancias entre los datos del Banco de Sangre y la historia clínica del paciente.

3.6 Variables y operacionalización

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición	Escala valorativa (niveles o rangos)
Tiempo de almacenamiento de concentrados eritrocitarios	Es el número de días que transcurren desde la fecha de recolección del concentrado eritrocitario hasta el día en que se transfunde al paciente.	Número de días registrados en el Banco de Sangre entre la fecha de recolección y la fecha de transfusión.	Días de almacenamiento	Ordinal	1 a 14 días (frescos)
					15 a 28 días (intermedios)
					29 a 42 días (prolongados)
Nivel de potasio sérico postransfusión	Es la concentración de potasio presente en el suero del paciente, medida después de recibir una transfusión de concentrado eritrocitario.	Concentración de potasio en suero, registrada en mmol/L dentro de las primeras 6 horas postransfusión.	Valor de potasio sérico postransfusión	Razón	normal 3.5 a 5.5 mmol/L elevado >5.5 mmol/L
Grupo etario	Clasificación de los pacientes según su edad cronológica al momento de la transfusión.	Edad del paciente en años completos registrada en la historia clínica.	Edad del paciente	Ordinal	18 a 39 años (jóvenes) 40 a 59 años (adultos) 60 años a más (adulto mayor)

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición	Escala valorativa (niveles o rangos)
Número de unidades transfundidas	Cantidad total de unidades de concentrado eritrocitario administradas al paciente durante el episodio clínico registrado.	Conteo de unidades registradas en el Banco de Sangre y corroboradas con la historia clínica.	Total de unidades transfundidas	Razón	1 unidad 2 unidades 3 unidades o más
Tipo de soporte vital	Tipo de asistencia médica intensiva que recibe el paciente en el momento de la transfusión.	Tipo de soporte documentado en la historia clínica durante el evento transfusional.	Soporte vital presente	Nominal	Sin soporte vital Ventilación mecánica Diálisis Inotrópicos

3.7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.7.1 Técnica

Para este estudio se empleará la técnica de análisis documental, ya que permitirá obtener la información necesaria a partir de registros clínicos y del Banco de Sangre. Esta técnica facilitará el acceso a datos relevantes como el tiempo de almacenamiento de las unidades eritrocitarias y los resultados del potasio sérico postransfusión. La revisión de estos documentos se realizará de forma sistemática, respetando los principios de confidencialidad y verificando que los registros estén completos y sean válidos para el análisis (41).

3.7.2 Descripción de Instrumentos

Para organizar adecuadamente la información requerida en esta investigación, se empleará una ficha de recolección de datos diseñada por el propio investigador. Esta herramienta permitirá registrar de manera clara y sistemática los datos tanto de las historias clínicas como de los registros del Banco de Sangre. La ficha incluirá variables esenciales como la edad, el sexo, el grupo etario, el diagnóstico clínico, el número de unidades de concentrado eritrocitario transfundidas, el tipo de soporte vital recibido, el tiempo de almacenamiento del hemocomponente y el valor de potasio sérico posterior a la transfusión. Cada ficha será aplicada individualmente a los pacientes que cumplan los criterios establecidos, lo que garantizará exactitud en el registro y facilitará el análisis estadístico posterior, este instrumento permitirá mantener la coherencia metodológica entre las fuentes de información utilizadas y la matriz de variables definida asegurando así la solidez y confiabilidad del estudio.

3.8 Plan de procesamiento y análisis de datos

3.8.1 Plan de procesamiento

La organización y procesamiento de los datos se realizará empleando el software estadístico IBM SPSS Statistics versión 27. En una primera etapa se procederá con la revisión, depuración y codificación de los datos obtenidos mediante las fichas de recolección, se construirá la base de datos digital en el programa cuidando que exista coherencia y consistencia entre las variables ingresadas. Este proceso tiene como finalidad transformar la información recopilada en cifras cuantificables y estructuradas, listas para su posterior análisis estadístico.

3.8.2 Plan de análisis de datos

El análisis de los datos contemplará dos fases: una descriptiva y otra inferencial. En la etapa descriptiva, se calcularán frecuencias absolutas y relativas así como medidas de tendencia central y dispersión (media y desviación estándar) dependiendo del tipo de variable, se empleará la prueba de correlación de Spearman dado que se trabajará con variables ordinales y cuantitativas sin distribución normal. Para determinar si existe una asociación significativa entre las variables, se establecerá un nivel de significancia estadística de $p < 0.05$.

3.9 Aspectos éticos

Este estudio se desarrollará respetando los principios éticos establecidos en la Declaración de Helsinki y las normativas nacionales vigentes sobre investigación en salud. Debido a que solo se realizará recolección de datos provenientes de fuentes secundarias como historias clínicas y registros del Banco de Sangre, no se requerirá

consentimiento informado, ya que no habrá contacto directo con los pacientes ni intervención alguna sobre ellos. Se garantizará la confidencialidad, el anonimato y la protección de la información durante todo el proceso, empleando códigos para identificar los casos y restringiendo el acceso a los datos únicamente al equipo investigador. Asimismo, el proyecto será sometido a revisión y aprobación por el Comité de Ética en Investigación de la institución correspondiente antes de su ejecución.

4.2 Presupuesto

TIPOS	PRECIO UNITARIO (S/.)	CANTIDAD	PRECIO TOTAL (S/.)
RECURSOS HUMANOS			
Asistente de apoyo técnico	1000.00	1 mensual × 1 mes	1000.00
RECURSOS MATERIALES Y EQUIPOS (BIENES)			
Papel A-4 (millar)	24.00	1	24.00
USB	25.00	1	25.00
Folders	1.50	6	9.00
Sobres manila	1.00	4	4.00
Bolígrafo	2.00	12	12.00
Fotocopias (millar)	0.10	1000	100.00
Tinta de impresora	50.00	3	150.00
Anillados	7.00	3	21.00
SERVICIOS			
Servicio de análisis estadístico	500.00	1	500.00
Internet	100.00	6 meses	600.00
GASTOS ADMINISTRATIVOS Y/O IMPREVISTOS			
Transporte local (6 meses)	200.00	6	1200.00
GENERAL			3650.00

Referencias bibliográficas

1. Rizos CV, Milionis HJ, Elisaf MS. Severe hyperkalemia following blood transfusions: Is there a link? *World J Nephrol.* 2017;6(1):53-56. Disponible en: <https://www.wjgnet.com/2220-6124/full/v6/i1/53.htm>.
2. Hess JR. Red cell changes during storage. *Transfus Apher Sci.* 2010;43(1):51-59. Disponible en : <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1473050210000923>.
3. Ríos Y, et al. Potassium Level Variation Following Packed Cell Transfusion in Critically Ill Adult Patients. *ResearchGate.* 2022. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/360991215_Potassium_Level_Variation_Following_Packed_Cell_Transfusion_in_Critically_Ill_Adult_Patients-How_Alert_Should_We_Be
4. Oyet C, et al. A Prospective Study on Red Blood Cell Transfusion Related Hyperkalemia in Critically Ill Patients. *J Clin Med Res.* 2015;7(5):325-330. Disponible en: <https://www.jocmr.org/index.php/JOCMR/article/view/2123>.
5. Smith HM, Farrow SJ, Ackerman JD, Stubbs JR, Sprung J. Cardiac arrests associated with hyperkalemia during red blood cell transfusion: a case series. *Anesth Analg.* 2008;106(4):1062-9. Disponible en: https://journals.lww.com/anesthesia-analgesia/subjects/complications/abstract/2008/04000/cardiac_arrests_associated_with_hyperkalemia.6.aspx
6. Ministerio de Salud del Perú. Situación de los bancos de sangre en el Perú (2015-2020). 2021. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4104623/Situaci%C3%B3n%20de%20los%20bancos%20de%20sangre%20en%20el%20Per%C3%BA%20%282015%20-2020%29.pdf>

7. Ministerio de Salud del Perú. Guía técnica de procedimientos operativos estandar para banco de sangre. 2022. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5967628/5289560-036-guia-tecnica-de-procedimientos-operativos-estandar-banco-de-sangre.pdf>
8. Kleinman S, et al. Transfusion-related acute lung injury. J Am Heart Assoc. 2021;10(6):e017748. Disponible en: <https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/JAHA.120.017748>.
9. Yamada C, et al. Potassium Level Variation Following Packed Cell Transfusion in Critically Ill Adult Patients. ResearchGate. 2022. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/360991215_Potassium_Level_Variation_Following_Packed_Cell_Transfusion_in_Critically_Ill_Adult_Patients-How_Alert_Should_We_Be
10. Rizos CV, Milionis HJ, Elisaf MS. Severe hyperkalemia following blood transfusions: Is there a link? World J Nephrol. 2017;6(1):53-56. Disponible en: <https://www.wjgnet.com/2220-6124/full/v6/i1/53.htm>
11. Hess JR. Red cell changes during storage. Transfus Apher Sci. 2010;43(1):51-59. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1473050210000923>
12. Hernández R, Fernández C, Baptista P. Metodología de la investigación. 6ta ed. México: McGraw-Hill; 2014. Disponible en: <https://www.mheducation.com.mx/metodologia-de-la-investigacion-6edicion.html>
13. Ministerio de Salud del Perú. Situación de los bancos de sangre en el Perú (2015-2020). 2021. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/4104623/Situaci%C3%B3n%20de%2>

0los%20bancos%20de%20sangre%20en%20el%20Per%C3%BA%20%282015%20-2020%29.pdf

14. Ministerio de Salud del Perú. Guía Técnica de Procedimientos Operativos Estandarizados para Banco de Sangre. 2022. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5967628/5289560-036-guia-tecnica-de-procedimientos-operativos-estandar-banco-de-sangre.pdf>
15. Daulay PM, Winata A, Irina RS. The Effects of Calcium Gluconate Administration on Potassium Levels of Post Packed Red Cell (PRC) Transfusion Patients with More Than Three-Day-Stored Blood at RSUP Haji Adam Malik, Medan. SEAJP. 2024;Vol XXIII. <https://seejph.com/index.php/seejph/article/view/643>
16. Smits-Wintjens VE, Caram-Deelder C, Koelewijn J, et al. Red blood cell transfusion and risk of hyperkalemia in neonatal intensive care. *Transfusion*. 2022;62(10):1994–2002. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9536749/>
17. Brugnara C, D’Amico G, Manno M, et al. Serum potassium changes after red blood cell transfusion in oncology patients: A prospective study. *J Clin Med*. 2022;11(7):1981. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9181596/>
18. Mahida N, Shafiq S, Sharma RR, Marwaha N. Extracellular potassium accumulation in irradiated red cell concentrates during storage: A comparative study. *Asian J Transfus Sci*. 2021;15(2):143–147. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7763412/>
19. Kakaiya RM, Roodt J, Vermeulen M, et al. Storage of red blood cells and clinical impact of potassium release. *South Afr J Sci*. 2020;116(1/2):1–7. Disponible en: https://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2225-20102020000100046

20. Mehta P, Patel R, Bhatnagar N. Potassium accumulation in stored red blood cell units: A prospective study. *Asian J Transfus Sci.* 2020;14(2):150–154.
21. Ministério da Saúde (Brasil). Manual de Hemoterapia: processamento e uso clínico do sangue. Brasília: MS; 2015. Disponible en: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_hemoterapia.pdf
22. Hess JR. Red cell changes during storage. *Transfus Apher Sci.* 2010;43(1):51–59. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.transci.2010.05.005>
23. Mehta P, Patel R, Bhatnagar N. Potassium accumulation in stored red blood cell units: A prospective study. *Asian J Transfus Sci.* 2020;14(2):150–154. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9536749/>
24. Ministerio de Salud del Perú. Reglamento de bancos de sangre y servicios de transfusión. Decreto Supremo N.º 157-2022-SA. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/3370656-157-2022-sa>
25. Hess JR. Scientific problems in the regulation of red blood cell products. *Transfusion.* 2012;52(8):1827–1835. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1537-2995.2011.03521.x>
26. Mahida N, Shafiq S, Sharma RR, Marwaha N. Extracellular potassium accumulation in irradiated red cell concentrates during storage: A comparative study. *Asian J Transfus Sci.* 2021;15(2):143–147. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7763412/>
27. Shah N, Mehta P, Patel R. Changes in potassium concentration and hemolysis index in red blood cell units during storage: A prospective observational study. *Indian J Hematol Blood Transfus.* 2022;38(1):93–98. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9181596/>

28. Rose BD, Post TW. Clinical physiology of acid–base and electrolyte disorders. 5th ed. New York: McGraw-Hill; 2001.
29. Smits-Wintjens VEJ, Rath MEA, Oepkes D, Brand A, Walther FJ, Lopriore E. Neonatal morbidity after exchange transfusion for red cell alloimmune hemolytic disease. *Neonatology*. 2013;103(2):141–147. Disponible en: <https://doi.org/10.1159/000345330>
30. Yamada C, Daitoku S, Goto A, et al. Hyperkalemia after red blood cell transfusion in emergency trauma patients: a retrospective cohort study. *World J Emerg Surg*. 2022;17(1):18. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9536749/>
31. Kim Y, Lee YK, Ahn J, et al. Hyperkalemia risk in massively transfused patients: effects of storage duration and transfusion speed. *Transfus Med Hemother*. 2021;48(4):262–269. Disponible en: <https://doi.org/10.1159/000512773>
32. Yamada C, Daitoku S, Goto A, et al. Hyperkalemia after red blood cell transfusion in emergency trauma patients: a retrospective cohort study. *World J Emerg Surg*. 2022;17(1):18. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9536749/>
33. Karam O, Tucci M, Bateman ST, Ducruet T, Erickson S, Randolph AG. Association between blood product transfusion and outcomes in critically ill children. *Crit Care Med*. 2020;48(4):e264–e272. Disponible en: <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000004207>
34. Congreso de la República del Perú. Ley de la sangre N.º 26454. Disponible en: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/285104/256898_L26454-1995.pdf20190110-18386-cklaln.pdf?v=1547178272

35. Ministerio de Salud del Perú. Decreto Supremo N.º 004-2018-SA. Reglamento de la Ley de la Sangre. Disponible en: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/188012/187510_D.S._004-2018.PDF20180823-24725-1w1p45i.PDF?v=1592449398
36. Ministerio de Salud del Perú. Decreto Supremo N.º 017-2022-SA. Reglamento actualizado de bancos de sangre. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3624472/DECRETO%20SUPREMO%20N%C2%B0017-2022-SA.pdf.pdf?v=1666187726>
37. Ministerio de Salud del Perú. Resolución Ministerial N.º 835-2021-MINSA. Norma Técnica de Salud NTS N.º 129-MINSA/DGIESP-V.01. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2007469/Resoluci%C3%B3n%20Ministerial%20N%C2%B0%20835-2021-MINSA%20.pdf>
38. Ministerio de Salud del Perú. Manual de procedimientos de bancos de sangre – PRONAHEBAS. Disponible en: https://bvs.minsa.gob.pe/local/pronahebas/240_minsa802.pdf
39. Hernández R, Fernández C, Baptista P. Metodología de la investigación. 6.^a ed. México: McGraw-Hill; 2014. Disponible en: <https://www.mheducation.com.mx/metodologia-de-la-investigacion-6edicion.html>
40. Arispe CM. La investigación científica: fundamentos epistemológicos, metodológicos y técnicos [Internet]. Lima: Fondo Editorial Universidad Norbert Wiener; 2021 [citado 2025 Jun 4]. Disponible en: <https://doi.org/10.37768/unw.vri.0004>
41. Hernández-Sampieri R, Mendoza Torres CP. *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. 7.^a ed. México: McGraw-Hill; 2021.

Anexos

Anexo 01: Matriz de consistencia

Formulación del problema	Objetivos	Variables	Diseño metodológico
<p>Problema general:</p> <p>¿Existe correlación entre el tiempo de almacenamiento de concentrados eritrocitarios y los niveles de potasio sérico postransfusión en pacientes críticos del Hospital III “La Capilla”, Juliaca, 2025?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Determinar la correlación entre el tiempo de almacenamiento de concentrados eritrocitarios y los niveles de potasio sérico postransfusión en pacientes críticos del Hospital III “La Capilla”, Juliaca, 2025.</p>	<p>Variable 1:</p> <p>Tiempo de almacenamiento de concentrados eritrocitarios</p>	<p>Tipo de investigación:</p> <p>Básica</p>
<p>Problemas específicos:</p> <p>1. ¿Existen diferencias en los niveles de potasio sérico postransfusión según grupo etario en pacientes críticos del Hospital III “La Capilla”, Juliaca, 2025?</p> <p>2. ¿Existe diferencia en los niveles de potasio sérico postransfusión según el número de unidades transfundidas en pacientes críticos del Hospital III “LA CAPILLA” Juliaca, 2025?</p> <p>3. ¿Existe relación entre los días de almacenamiento y el potasio sérico en pacientes críticos del Hospital III “La Capilla”, Juliaca, 2025?</p> <p>4. ¿Existen diferencias según tipo de soporte vital en pacientes críticos del Hospital III “La Capilla”, Juliaca, 2025?</p>	<p>Objetivos específicos:</p> <p>1. Comparar los niveles de potasio según grupo etario en pacientes críticos del Hospital III “La Capilla”, Juliaca, 2025.</p> <p>2. Comparar la diferencia en el nivel de potasio según número de unidades transfundidas en pacientes críticos del Hospital III “La Capilla”, Juliaca, 2025.</p> <p>3. Determinar la relación entre días de almacenamiento y potasio postransfusión en pacientes críticos del Hospital III “La Capilla”, Juliaca, 2025.</p> <p>4. Comparar los niveles de potasio según tipo de soporte vital en pacientes críticos del Hospital III “La Capilla”, Juliaca, 2025.</p>	<p>Dimensión:</p> <p>Días de almacenamiento (1 a 42 días)</p> <p>Variable 2:</p> <p>Nivel de potasio sérico postransfusión</p> <p>Dimensiones:</p> <p>Valor sérico de potasio</p> <p>Grupo etario</p> <p>Número de unidades transfundidas</p> <p>Tipo de soporte vital</p>	<p>Método y diseño de la investigación:</p> <p>Cuantitativo, no experimental, transversal y correlacional</p> <p>Población y muestra:</p> <p>Unidades de CE transfundidas a pacientes críticos del Hospital III “La Capilla” entre abril y diciembre del 2025</p>

Anexo 2 Instrumento

Título del estudio:

Tiempo de almacenamiento de concentrados eritrocitarios y potasio sérico postransfusión en pacientes críticos del Hospital III “La Capilla”, Juliaca 2025

Código del paciente: _____

Fecha de transfusión: ____ / ____ / 2025

Edad del paciente: _____ años

Sexo del paciente: Masculino Femenino

Grupo etario: 18–39 40–59 ≥ 60

I. Tipo de soporte vital al momento de la transfusión

- Sin soporte vital
- Ventilación mecánica
- Diálisis
- Inotrópicos

II. Número total de unidades transfundidas

- 1 unidad
- 2 unidades
- 3 unidades o más

III. Tiempo de almacenamiento del CE al momento de la transfusión

Días registrados desde la recolección hasta la transfusión: _____ días

- 1–14 días (frescos)
- 15–28 días (intermedios)
- 29–42 días (prolongados)

IV. Nivel de potasio sérico postransfusión (dentro de las primeras 6 horas)

Resultado: _____ mmol/L

- Normal (3.5–5.5 mmol/L)
- Elevado (>5.5 mmol/L)

Observaciones del investigador:

● 15% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 14% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 12% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	repositorio.uwiener.edu.pe Internet	6%
2	Submitted works	2%
3	wiener on 2023-09-10 Submitted works	<1%
4	Universidad Wiener on 2024-06-20 Submitted works	<1%
5	upcommons.upc.edu Internet	<1%
6	apirepositorio.unh.edu.pe Internet	<1%
7	wiener on 2023-03-29 Submitted works	<1%
8	Universidad Wiener on 2025-07-04 Submitted works	<1%