



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA DE MEDICINA

**Uso de concentrados de glóbulos rojos de más de 14 días
de almacenamiento en niños menores de 12 años de edad.**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:

MÉDICO

Autor: Freire Matamoros, Byron Augusto

Director: Quizhpe Alulima, Patricia Soledad

LOJA

2022



Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

2022

Aprobación del director del trabajo de titulación

Loja, 12 de mayo de 2022

Doctor

Víctor Hugo Vaca Merino

Director de la carrera de medicina

Ciudad.-

De mi consideración:

Me permito comunicar que, en calidad de director del presente Trabajo de Titulación denominado: Uso de concentrados de glóbulos rojos de más de 14 días de almacenamiento en niños menores de 12 años de edad realizado por Byron Augusto Freire Matamoros, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, así mismo ha sido verificado a través de la herramienta de similitud académica institucional, y cuenta con un porcentaje de coincidencia aceptable. En virtud de ello, y por considerar que el mismo cumple con todos los parámetros establecidos por la Universidad, doy mi aprobación a fin de continuar con el proceso académico correspondiente.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,

Director: Doctora Patricia Soledad Quizhpe Alulima

C.I: 1103213086

Correo electrónico: psquizhpe@utpl.edu.ec

Declaración de autoría y cesión de derechos

“Yo, Freire Matamoros, Byron Augusto, declaro y acepto en forma expresa lo siguiente:

Ser autor del Trabajo de Titulación denominado: Uso de concentrados de glóbulos rojos de más de 14 días de almacenamiento en niños menores de 12 años de edad, de la Titulación de medicina, siendo Dra. Patricia Soledad Quizhpe Alulima, director (a) del presente trabajo; también declaro que la presente investigación no vulnera derechos de terceros ni utiliza fraudulentamente obras preexistentes. Además, ratifico que las ideas, criterios, opiniones, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad. Eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones judiciales o administrativas, en relación a la propiedad intelectual de este trabajo.

Que la presente obra, producto de mis actividades académicas y de investigación, forma parte del patrimonio de la Universidad Técnica Particular de Loja, de conformidad con el artículo 20, literal j), de la Ley Orgánica de Educación Superior; y, artículo 91 del Estatuto Orgánico de la UTPL, que establece: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”, en tal virtud, cedo a favor de la Universidad Técnica Particular de Loja la titularidad de los derechos patrimoniales que me corresponden en calidad de autor/a, de forma incondicional, completa, exclusiva y por todo el tiempo de su vigencia.

La Universidad Técnica Particular de Loja queda facultada para ingresar el presente trabajo al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública, en cumplimiento del artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

.....

Autor: Freire Matamoros, Byron Augusto

C.I.: 0705644862

Correo electrónico: byron1122@hotmail.es

Dedicatoria

El presente trabajo de fin de titulación se lo dedico con todo mi corazón a mis queridos padres, Augusto Juvenal Freire Sánchez e Ileanita María Matamoros Pontón, por ser la columna vertebral en mi vida, por inculcarme valores y darme una buena educación. A mi papi Augusto por darme apoyo moral, educación y consejos. A mi mami Ileanita por estar a mi lado cuando la necesitaba, por motivarme para ser mejor cada día, por cada llamada que recibía a la distancia, por esto y más te amo. A mis hermanos, Yesenia y Diego, quienes estuvieron apoyándome desde que inicie mi formación profesional. A mis tías María y Herlinda, por ser como una madre, siempre estuvieron apoyándome moralmente a lo largo de esta carrera. A mi prima Mayra Freire por siempre estar celebrando mis logros. De igual manera a mis amigos y amigas cercanos, en especial a Paula Mora, Karla Granda, Andrea Guerrero y Andrea Alvarado, amigas incondicionales. A todos ellos que estuvieron apoyándome en este reto llamado Medicina.

Byron Augusto Freire Matamoros

Agradecimiento

Primeramente, agradezco a la Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), por haberme aceptado y permitirme estudiar la carrera de medicina, por sus instalaciones, biblioteca y laboratorios, que fueron parte fundamental para mi formación académica.

Agradezco a la Dra. Patricia Quizhpe, directora de este trabajo de fin de titulación, por compartir su conocimiento científico, la paciencia que tuvo para orientarme durante el desarrollo de la tesis.

Agradezco a todos mis docentes, por sus conocimientos brindados, la paciencia que tuvieron para explicar, quiero agradecer de forma especial a la Dra. Rosario Suarez y la Dra. Patricia Díaz por inspirarme a ser mejor cada día.

Agradezco a mis queridos padres, hermanos y tías por acompañarme en este sueño que finalmente se cumplirá.

¡Gracias a todos!

Byron Augusto

Índice de Contenido

Caratula	I
Declaración de autoría y cesión de derechos.....	III
Agradecimiento.....	V
Resumen.....	1
Abstract	2
Introducción	3
Justificación.....	4
Pregunta	4
Objetivo general.....	4
Capítulo uno.....	5
Marco Teórico	5
1.1. Generalidades de los glóbulos rojos.....	5
1.2. Obtención de los concentrados de glóbulos rojos	5
1.3. Lesiones por almacenamiento de glóbulos rojos.....	6
1.4. Transfusión de concentrados de glóbulos rojos en pediatría	6
Capítulo dos	9
Metodología.....	9
2.1. Estrategia de búsqueda:.....	9
2.2. Criterios de inclusión:	9
2.3. Criterios de exclusión:.....	10
Capítulo tres	11
Resultados	11
3.1. Resultados obtenidos	12
3.2. Desarrollo de resultados	13
3.3. Descripción de los artículos.....	20
Discusión.....	26

Conclusiones	30
Referencias	31
Apéndice.....	38

Índice de tablas

Tabla 1. Resultados obtenidos de la base de datos	12
Tabla 2. Resultados de los estudios seleccionados	13
Tabla 3. Distribución geográfica de los estudios seleccionados	19

Índice de figuras

Figura 1. Diagrama de flujo de resultados	11
Figura 2. Metodología de los estudios seleccionados	19
Figura 3. Distribución por rangos de edades de las patologías asociadas	20

Resumen

En los niños la anemia tiene una alta prevalencia, por lo que la transfusión de concentrados de glóbulos rojos es altamente frecuente, su almacenamiento representa cambios a nivel estructural lo que podría generar complicaciones tras su administración. Objetivo: describir los riesgos que se presentan en los niños menores de 12 años por la administración de concentrados de glóbulos rojos de más de 14 días de almacenamiento. Se obtuvieron artículos de forma electrónica en las plataformas PUBMED con 51 estudios, Cochrane con 8, y Google Academic con 4, solo 14 cumplieron con los criterios de esta revisión. Los concentrados de glóbulos rojos de mayor tiempo de almacenamiento se relacionan con el aumento de complicaciones en niños, perteneciente en su mayoría a áreas críticas y enfermedades asociadas. El rango de edad encontrado fue de 0 a 14 años de edad, los más susceptibles y con mayores tasas de mortalidad fueron los recién nacidos. Las complicaciones y aumento de la tasa de morbimortalidad en niños se transfunden glóbulos rojos con una media de almacenamiento mayor a 14 días, especialmente en niños críticamente enfermos.

Palabras clave: niños, concentrado de glóbulos rojos, almacenamiento.

Abstract

In children, anemia has a high prevalence, so the transfusion of packed red blood cells is highly frequent, its storage represents changes at the structural level which could generate complications after its administration. Objective: to describe the risks that occur in children under 12 years of age due to the administration of red blood cell concentrates with more than 14 days of storage. Articles were obtained electronically on the PUBMED platforms with 51 studies, Cochrane with 8, and Google Academic with 4, only 14 met the criteria of this review. Red blood cell concentrates with a longer storage time are related to an increase in complications in children, mostly belonging to critical areas and associated diseases. The age range found was from 0 to 14 years of age, the most susceptible and with the highest mortality rates were newborns. Complications and increased morbidity and mortality rate in children are transfused red blood cells with a storage average greater than 14 days, especially in critically ill children.

Keywords Children, red blood cell concentrate, storage.

Introducción

La terapia transfusional se ha convertido en uno de los mayores logros de la medicina moderna, sus múltiples beneficios son indiscutibles pues han permitido disminuir la morbimortalidad y mejorar la calidad de vida de muchas personas con diferentes trastornos. Sin embargo, su administración conlleva aún riesgos importantes en la salud, por ello, es importante reconocer las posibles reacciones transfusionales que guardan relación con este proceso, así como las diferentes normas que deben aplicarse tanto en su almacenamiento como administración para disminuir potencialmente sus riesgos (Contreras y Martínez, 2015).

La Organización Panamericana de la Salud recomienda que todas las actividades de recolección, procesamiento, almacenamiento y distribución de sangre se coordinen a nivel nacional a través de una organización efectiva de suministro y de la implementación de los estándares en la calidad y seguridad de los productos sanguíneos.

En la actualidad, la medicina transfusional tiene como norma la administración de los componentes deficitarios en el paciente, más no la administración de sangre total, cuyo uso se reserva para casos particulares como en pacientes neonatos. El componente sanguíneo que se aplica con mayor frecuencia son los glóbulos rojos con 57%, seguido de las plaquetas con un 21,6% y el plasma fresco congelado con un 14% (OPS, 2017).

El concentrado eritrocitario es obtenido a partir de la centrifugación de sangre entera o por aféresis, pueden almacenarse desde 0 a 42 días a una temperatura de entre 2°C y 6°C en presencia de algunos conservantes, la mayoría de las soluciones actuales de almacenamiento de eritrocitos está compuesta de dextrosa, fosfato, adenina y citrato (Palma, 2018). A mayor tiempo de almacenamiento, mayores son los cambios estructurales de los eritrocitos por lo que pueden aparecer las denominadas lesiones de almacenamiento, lo cual dificulta luego de procesos complejos, el transporte de oxígeno a los tejidos. (Martí, Simancas, y Peña, 2015).

Justificación

En la población pediátrica la anemia tiene una alta prevalencia, especialmente en aquellos críticamente enfermos con una prevalencia del 74% en los niños que superan los dos días de estadía en la unidad de cuidados intensivos (Ali, 2018). Su etiología suele ser multifactorial, tras lo cual se activan diversos mecanismos de compensación para mantener una adecuada disponibilidad de oxígeno tisular, pero, por otro lado, los niños presentan características propias que comprometen dichos mecanismos, como sus elevados requerimientos energéticos. En función a estas características, la indicación de la administración de concentrados de glóbulos rojos es altamente frecuente en esta población, y se ha establecido que aproximadamente entre un 15% a 50% de niños críticamente enfermos recibirán una transfusión durante su estadía (Shah, y et.al., 2018).

Sin embargo, existen en la actualidad diversos estudios que describen las posibles alteraciones fisiológicas, metabólicas e inmunomoduladoras asociadas al uso de glóbulos rojos en pacientes pediátricos, y como consecuencia aumento en estadía hospitalaria, mayores costos en salud, fallas multiorgánicas y aumento de la morbimortalidad (Cholette, et.al., 2018).

Por lo tanto, es fundamental adquirir información relevante acerca de las características de preparación y almacenamiento en función al tiempo de los concentrados de glóbulos rojos que se asocian a menos efectos adversos en la población pediátrica menores a 12 años. Dicha revisión podrá servir de base para futuros lineamientos y protocolos locales y nacionales en cuanto a la administración de este derivado sanguíneo en la población pediátrica.

Pregunta

¿Cuáles son los riesgos que se presentan en los niños menores de 12 años al recibir transfusiones de concentrados de glóbulos rojos de más de 14 días de almacenamiento?

Objetivo general

Describir los riesgos que se presentan en los niños menores de 12 años por la administración de concentrados de glóbulos rojos de más de 14 días de almacenamiento.

Capítulo uno

Marco Teórico

1.1. Generalidades de los glóbulos rojos

El eritrocito o hematíe es la célula más numerosa de la sangre, su vida media en la circulación es de 120 a 140 días. Tiene la forma de disco bicóncavo, anucleado, con medidas de 7,5 μm de diámetro, 2 μm de espesor en la periferia, 1 μm en su parte central y un volumen de 90 fl. Desempeña una función fundamental que es la distribución de oxígeno (O_2) a los tejidos y la retirada de dióxido de carbono (CO_2) de los mismos, además de proporcionar al menos el 40% del volumen sanguíneo. Para cumplir dicha actividad, el eritrocito cuenta con una estructura básica constituida por tres partes que interactúan entre sí: la membrana, la hemoglobina y los componentes no hemoglobínicos (Moraleda, 2017).

1.2. Obtención de los concentrados de glóbulos rojos

Los concentrados de glóbulos rojos son células rojas procedentes de una unidad de sangre total, desprovistos del plasma y filtrados para eliminar la mayor parte de los leucocitos, suspendidos en una solución aditiva (SAG-Manitol). Durante una donación de sangre se extrae un volumen de 450ml, que, cuando se utiliza solución conservante, se recogen en 63 ml de citrato, fosfato, dextrosa (CPD) (García, 2019). Tras centrifugar de manera intensa los hematíes se sedimentan en el fondo y se obtiene un sobrenadante claro por encima, el plasma, y la capa leucoplaquetaria entre ambos. A continuación, se extrae el plasma y la capa leucoplaquetaria, y por último se añade una solución conservante constituida por glucosa, adenina, cloruro sódico y manitol (SAG-manitol), con lo que el hematocrito resultante de este concentrado de hematíes se sitúa entre el 55 y 65%, con un contenido de Hb superior a los 40g. El volumen aproximado del producto se sitúa entre 200 y 300 ml (Ortiz, et al., 2015).

Los concentrados de hematíes en SAG-manitol pueden conservarse hasta 42 días a temperaturas entre 1 y 6 $^{\circ}\text{C}$, con la finalidad de disminuir los requerimientos metabólicos del hematíe y favorecer así su conservación, por otro lado, retrasar el crecimiento bacteriano en el caso infrecuente de que la unidad haya sufrido una contaminación accidental por bacterias

(García, 2019)

La transfusión de un concentrado de glóbulos rojos tiene como finalidad aumentar el suministro de oxígeno a los tejidos para preservar la función de los órganos que puedan encontrarse comprometidos. Las indicaciones de transfusión son principalmente: anemia aguda hemorrágica, anemia crónica y en ciertas cirugías programadas (Palma, 2018).

1.3. Lesiones por almacenamiento de glóbulos rojos

El tiempo de almacenamiento de glóbulos rojos influye sobre los eritrocitos, produciendo cambios en la membrana celular y sus componentes intracelulares, estas modificaciones podrán alterar su respuesta en el receptor de la sangre. Como resultado del almacenamiento se produce una inhibición en la glicólisis, provocando una disminución de la mayor parte de los metabolitos intermedios de este ciclo, como lo es el 2,3 difosfoglicerato (DPG) provocando un aumento en la afinidad de hemoglobina por el oxígeno, por lo tanto, menor liberación de oxígeno hacia los tejidos. Los niveles de 2,3-DPG disminuyen linealmente las dos primeras semanas de almacenamiento (García, 2019).

Conforme aumenta el tiempo de almacenamiento, el efecto más importante es la pérdida progresiva de la viabilidad; esto se asocia a las denominadas lesiones de almacenamiento, definiéndose como los cambios que sufren los elementos celulares de la sangre posterior a su colección, procesamiento y almacenamiento, previo a la transfusión, provocando daño en la membrana de éstos porque se pierden fosfolípidos y hay un aumento de la fragilidad osmótica, disminuyendo además el ATP, que ayuda a mantener la integridad de la membrana. Por la inhibición reversible de la Na^+/K^+ ATPasa, hay aumento del potasio extracelular y del sodio intracelular, lo que, sumado al contenido de citrato, más la disminución de la temperatura, crean un potencial para que se produzcan complicaciones como coagulopatías o fallas multiorgánicas importantes principalmente en pacientes pediátricos cuando se transfunden grandes volúmenes rápidamente (Sanz y Pereira, 2017).

1.4. Transfusión de concentrados de glóbulos rojos en pediatría

La población pediátrica representa una pequeña proporción respecto a todos los

pacientes transfundidos. En los últimos años, aunque se han ido desarrollado nuevas guías de transfusión pediátrica la evidencia de las recomendaciones sigue siendo baja por la falta de estudios bien diseñados. Dentro de esta población los neonatos y los que padecen enfermedad de células falciformes o algún tipo de cáncer son los que más transfusiones reciben, motivo por el que han sido objeto de más estudios (Ali, 2018).

En los niños y niñas la fisiología cardiovascular y su respuesta de adaptación a la anemia son diferentes, en comparación con las de los adultos. La capacidad de adaptación del miocardio del recién nacido es limitada; la frecuencia cardíaca normal en reposo en el neonato (140 ± 20 por minuto) y en los niños mayores (130 ± 20 por minuto) son más altas que en los adultos, lo cual limita también la capacidad para aumentar el volumen minuto (Ortiz, et.al., 2015).

En el momento de indicar la transfusión de cualquier componente sanguíneo se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los valores normales de referencia de hemoglobina (Hb) van cambiando desde el nacimiento hasta la edad adulta. La concentración de los factores de la coagulación vitamina K-dependientes, durante los primeros seis meses de vida, son un 40-50% más bajos que en el adulto. Debido a estas diferencias se establecen criterios de transfusión diferentes para niños prematuros, niños a término, menores de 4 meses y mayores de 4 meses. Las indicaciones transfusionales de un niño mayor de 4 meses son iguales a las de los adultos.
- Los síntomas, signos, comorbilidades y la edad del receptor se deben valorar junto con los niveles de referencia para considerar una transfusión, evaluando en todo momento el riesgo-beneficio y las recomendaciones sugeridas (Ortiz, et al., 2015).

A menudo se prefiere sangre más fresca para los pacientes pediátricos especialmente en los recién nacidos en determinados entornos clínicos. Como consecuencia del almacenamiento, la concentración media de potasio, lactato y hemoglobina plasmática aumentan. El contenido alto de potasio en la sangre almacenada más de 7 días puede inducir

arritmias. y paro cardíaco en niños. Los estudios han sugerido que limitar las transfusiones neonatales a unidades de glóbulos rojos frescos, podrían disminuir los riesgos asociados con su administración (Shah, et.al., 2018).

En el neonato, los eritrocitos deben tener menos de 72 horas de almacenamiento para asegurar un contenido adecuado de 2-3 difosfoglicerato intracelular y evitar el riesgo de hiperpotasemia o acidosis relacionada con la sangre que tiene más días (García, 2019).

Las transfusiones a pacientes recién nacidos difieren de aquellas que se efectúan a paciente pediátricos de mayor edad, pues existe mayor sensibilidad a los cambios de temperatura, mayor riesgo de hipoxia y cambios hematológicos que son propios de esta edad. Además, las tasas de transfusión se incrementan conforme disminuye la edad gestacional o el peso al nacer, aproximadamente el 50% de los recién nacidos con muy bajo peso al nacer y hasta 95% de los recién nacidos con extremo bajo peso al nacer, reciben al menos una transfusión durante su estancia hospitalaria (Jaramillo, et.al., 2018).

En recién nacidos prematuros, la exposición a hemoderivados puede provocar inmunosupresión, una mayor exposición a las transfusiones también aumenta el riesgo de enfermedades infecciosas transmitidas, sepsis, reacciones transfusionales, lesión pulmonar aguda relacionada con la transfusión, sobrecarga circulatoria y cuadros asociados a toxicidad por los anticoagulantes (Moncharmont , 2019). En neonatos, se ha asociado a un riesgo mayor de padecer enterocolitis necrotizante y consecuentemente mayor mortalidad (Keir, et.al., 2019).

En nuestro medio y la mayoría de países, se ha estandarizado como práctica común que los glóbulos rojos se pueden transfundir en niños hasta su vencimiento a los 42 días. La implementación de un modelo que implique un tiempo de almacenamiento más corto probablemente aumentaría el número de unidades utilizadas en un año y, por lo tanto, aumentaría la necesidad de donantes (Ali, 2018).

Capítulo dos

Metodología

2.1. Estrategia de búsqueda:

La definición del presente tema de revisión “Uso de concentrados de glóbulos rojos de más de 14 días de almacenamiento en niños menores de 12 años de edad” se realizó a partir de la estrategia PICO, con el siguiente contexto:

Se obtuvo una ecuación de búsqueda única de palabras en inglés utilizada para la identificación de los documentos o artículos para la revisión en las diferentes plataformas digitales, elaborada a partir de los términos encontrados en los descriptores de Ciencias de la Salud (DeCS) y posteriormente se realizó una búsqueda individual de los Mesh Terms en cada página web respectivamente.

Las búsquedas fueron realizadas de forma electrónica en el registro especializado de PUBMED donde se obtuvieron 51 artículos, en la plataforma Cochrane con 8, y en Google Academic con 4 artículos. Además, se realizó una búsqueda manual de artículos de alta evidencia científica, de conferencias y foros en línea de la Sociedad Europea de Hematología y en la American Journal of Hematology.

Se incluyen artículos de revisión, casos clínicos y ensayos clínicos aleatorizados que comparaban la transfusión de eritrocitos de almacenamiento más corto menor a 14 días versus una duración mayor de almacenamiento en pacientes pediátricos menores de 12 años de edad según la práctica estándar. Se tomaron en consideración todos los estudios publicados en los últimos 5 años, redactados en idioma inglés y español.

2.2. Criterios de inclusión:

- Publicaciones originales y de alta evidencia científica: metanálisis, revisiones sistemáticas, ensayos clínicos aleatorizados, estudios de cohorte (prospectivos y retrospectivos)
- Publicaciones que incluyan población pediátrica menores a 12 años incluidos neonatos

- Publicaciones en español y en inglés
- Publicaciones de los últimos 5 años

2.3. Criterios de exclusión:

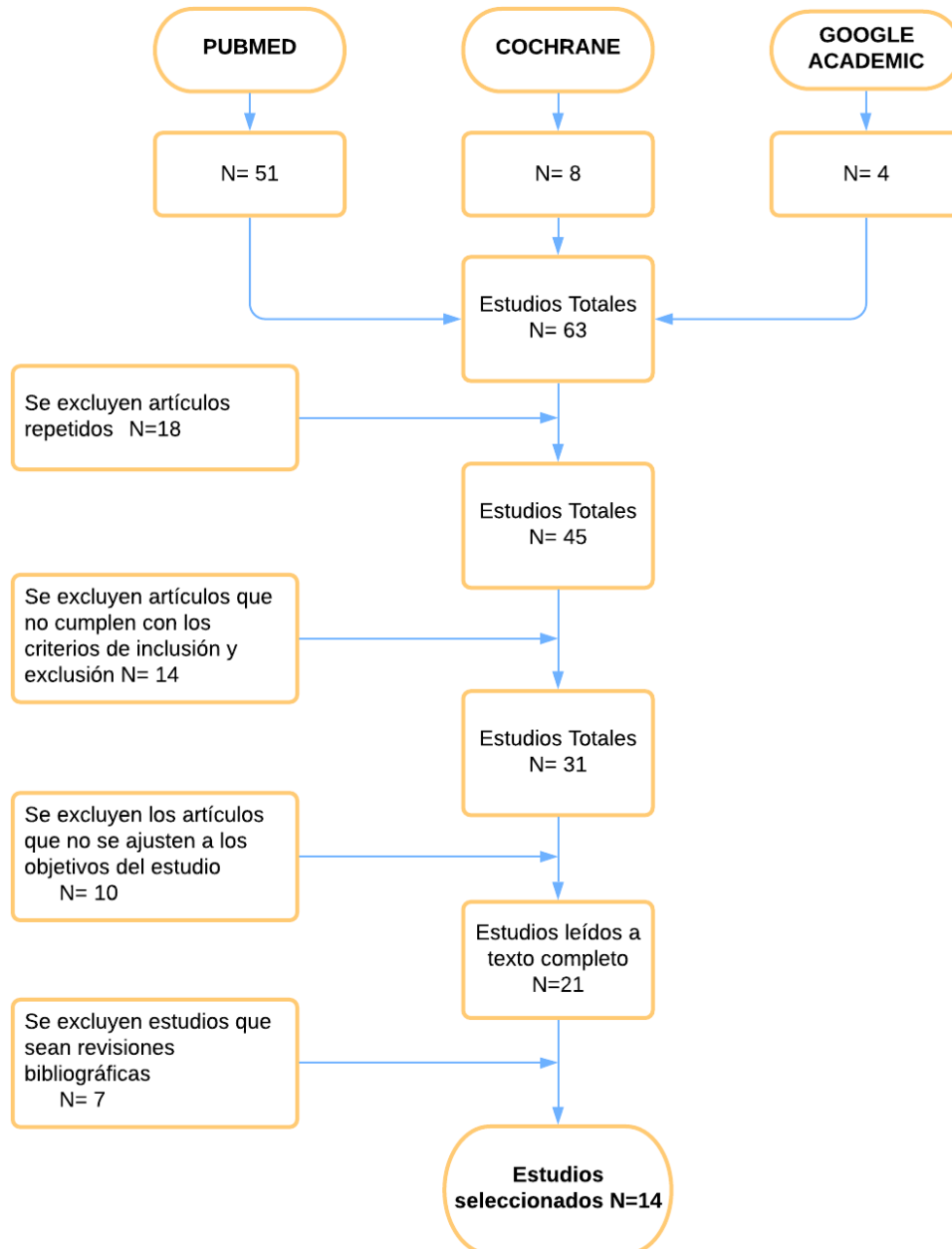
- Publicaciones antiguas mayores a 5 años
- Publicaciones repetidas en otras bases de datos
- Publicaciones que no tengan relación con los objetivos de la investigación
- Publicaciones que sean revisiones bibliográficas

Capítulo tres

Resultados

Figura 1

Diagrama de flujo de resultados



Nota. Adaptado de *Trabajo de fin de Titulación*. Taller llevado a cabo en Universidad Técnica Particular de Loja por Freire, (2021).

3.1. Resultados obtenidos

Tabla 1

Resultados obtenidos de la base de datos

Bases de datos	Descriptores y operadores booleanos (Ecuación de búsqueda)	Limitadores
PubMed	Child OR Children OR Minors OR Only	Publicaciones de los últimos 5 años
Cochrane	Child OR Infants AND Erythrocyte	
Google Academic	Transfusion OR Red Blood Cell Transfusion OR Red Blood Cell Transfusions OR Transfusion, Red Blood Cell OR Transfusions, Red Blood Cell AND Erythrocyte Aging OR Erythrocyte Survival OR Age blood cells OR Red Blood Cells Stored AND Transfusion Reaction OR Acute Hemolytic Transfusion Reaction OR Blood Transfusion- Associated Adverse Reactions OR Delayed Hemolytic Transfusion Reaction OR Delayed Serologic Transfusion Reaction OR Hemolytic Transfusion Reaction OR Hypotensive Transfusion Reaction OR Post-Transfusion Purpura OR Transfusion-Associated Circulatory Overload OR Transfusion-Associated Dyspnea	Publicaciones de alto grado de evidencia y recomendación Niños menores de 12 años incluidos neonatos

Nota. Adaptado de *Trabajo de fin de Titulación*. Taller llevado a cabo en Universidad Técnica Particular de Loja por Freire, (2021).

3.2. Desarrollo de resultados

Tabla 2

Resultados de los estudios seleccionados

Autor	Título	País/año	Tipo de estudio	Tamaño de la muestra	GR	Objetivo del estudio	Conclusiones
Sanz CC, Pereira A.	Age of blood and survival after massive transfusion.	Barcelona-España 2017	Retrospectivo	689	B	Analizar la asociación entre la edad de los glóbulos rojos transfundidos y la supervivencia en pacientes transfundidos masivamente.	La mortalidad, después de una transfusión masiva, fue mayor en los niños que recibieron glóbulos rojos almacenados más de 14 días en las primeras 48 horas postransfusión.
Cholette JM, Willems A, Valentine SL, Bateman ST, Schwartz SM	Recommendations on RBC Transfusion in Infants and Children with Acquired and Congenital Heart Disease	EEUU 2018	Revisión sistemática	NA	A	Presentar las recomendaciones y la literatura de apoyo para las transfusiones de glóbulos rojos en niños críticamente enfermos con cardiopatías adquiridas y congénitas.	Las recomendaciones clínicas enfatizan los umbrales de hemoglobina relevantes, y las recomendaciones enfatizan en las alternativas a la transfusión de glóbulos rojos por los eventos adversos que conlleva.
Raphael JL.	The role of policy in red blood cell storage and transfusion in children	EEUU 2017	Prospectivo/ Observacional	123	B	Analizar el impacto de la transfusión de glóbulos rojos almacenados en la población pediátrica, efectos y necesidades de cambios en la práctica médica	La política pública garantizará que las prácticas médicas y tecnología de almacenamiento mejoren los resultados y disminuyan complicaciones en los niños que requieren transfusiones

Autor	Título	País/año	Tipo de estudio	Tamaño de la muestra	GR	Objetivo del estudio	Conclusiones
Tucci M, Lacroix J, Fergusson D, Doctor A, Hébert P, Berg RA, Caro J, Josephson CD, Leteurtre S, Menon K, Schechtman K, Steiner ME, Turgeon AF, Clayton L, Bockelmann T,	Pediatric Acute Lung Injury and Sepsis Investigators (PALISI) Network. The age of blood in pediatric intensive care units	Canadá 2018	Ensayo controlado aleatorizado	1538	B	Analizar los riesgos del uso de concentrados de glóbulos rojos mayores a 14 días de almacenamiento en los bancos de sangre en pacientes pediátricos ingresados en la unidad de cuidados intensivos.	El uso de concentrados de glóbulos rojos más frescos mejora los resultados en la población de la unidad de cuidados intensivos pediátricos y justifica su uso en niños críticamente enfermos.
Bishnoi AK, Garg P, Patel K, Ananthanarayan C, Shah R, Solanki A, Pandya H, Patel S.	Effect of Red Blood Cell Storage Duration on Outcome After Paediatric Cardiac Surgery	India 2018	Prospectivo observacional	198	B	Investigar la influencia de la duración del almacenamiento de los glóbulos rojos utilizados en el perfil metabólico de los pacientes y el resultado posoperatorio después de la cirugía cardíaca pediátrica.	En pacientes pediátricos sin comorbilidad significativa, sometidos a cirugía cardíaca, la transfusión de sangre almacenada hasta 28 días es segura, especialmente si se requiere una cantidad pequeña de transfusión.
Rydén J, Clements M, Hellström-	Longer duration of red blood cell storage is	Suiza 2019	Cohorte	225	B	El objetivo principal de este estudio fue determinar el efecto del tiempo de	El almacenamiento más prolongado de glóbulos rojos se asoció con un menor aumento de

Autor	Título	País/año	Tipo de estudio	Tamaño de la muestra	GR	Objetivo del estudio	Conclusiones
Lindberg E, Höglund P, Edgren G.	associated with a lower hemoglobin increase after blood pediatric transfusion.					almacenamiento de glóbulos rojos sobre el incremento de hemoglobina en pacientes pediátricos transfundidos.	la concentración de hemoglobina después de la transfusión.
Moncharmont P.	Adverse transfusion reactions in transfused children.	Francia 2019	Retrospectivo	137	B	Analizar las principales causas y efectos adversos de la transfusión de eritrocitos en niños.	Las reacciones adversas transfusionales por concentrados de glóbulos rojos son mayores en niños que en adultos, con la excepción de la aloinmunización de glóbulos rojos postransfusión, que es menor.
Abonnenc M, Tissot JD, Prudent M.	General overview of blood products in vitro quality: Processing and storage lesions in transfused children.	Suiza 2018	Retrospectivo	196	B	Proporcionar una descripción de las alteraciones que son inducidas por los procesos "no fisiológicos" utilizados para preparar hemoderivados que se utilizan en la práctica clínica y su influencia en el estado de salud del niño después de la transfusión.	Hasta la actualidad no se ha demostrado los efectos y riesgos directos relacionados con las lesiones de almacenamiento de los glóbulos rojos en niños transfundidos.

Autor	Título	País/año	Tipo de estudio	Tamaño de la muestra	GR	Objetivo del estudio	Conclusiones
Keir AK, New H, Robitaille N, Crighton GL, Wood EM, Stanworth SJ.	Approaches to understanding and interpreting the risks of red blood cell transfusion in neonates.	Reino Unido 2019	Revisión sistemática	NA	A	Analizar cuáles son los principales riesgos de la transfusión de glóbulos rojos en recién nacidos.	Los autores encontraron que el efecto de las transfusiones de glóbulos rojos que tienen mayor tiempo de almacenamiento, están directamente relacionados con la enterocolitis necrotizante del recién nacido
Zantek ND, Parker RI, van de Watering LM, Josephson CD, Bateman ST, Valentine SL, Delaney M.	Recommendations on Selection and Processing of RBC Components for Pediatric Patients from the Pediatric Critical Care Transfusion.	Estados Unidos 2018	Revisión sistemática	NA	A	Presentar las recomendaciones y la literatura de apoyo para la selección y procesamiento de productos de glóbulos rojos en niños críticamente enfermos.	Se desarrollaron recomendaciones para la selección y procesamiento de unidades de glóbulos rojos para niños críticamente enfermos, con la perspectiva de disminuir los riesgos asociados a ellos.
De Cloedt L, Emeriaud G, Lefebvre É.	Transfusion-associated circulatory overload	Canadá 2018	Retrospectivo	136	B	Analizar la incidencia de sobrecarga circulatoria asociada a transfusiones	No se observó relación estadísticamente significativa entre la sobrecarga circulatoria

Autor	Título	País/año	Tipo de estudio	Tamaño de la muestra	GR	Objetivo del estudio	Conclusiones
Kleiber N, Robitaille N, Jarlot C, Lacroix J, Gauvin F.	in a pediatric intensive care unit: different incidences with different diagnostic criteria.					en niños de la unidad de cuidados intensivos pediátricos (UCI).	asociada a las transfusiones. Faltan estudios que lo corroboren.
Hsieh C, Prabhu NCS, Rajashekarai V.	Influence of AS-7 on the storage lesion in young and old circulating erythrocytes.	India 2020	Prospectivo / Observacional	47	B	Por tanto, el objetivo de este estudio es analizar los efectos de AS-7 en eritrocitos jóvenes y viejos durante el almacenamiento.	La solución aditiva AS-7 fue beneficioso para los eritrocitos jóvenes durante el almacenamiento y, por lo tanto, sentó las bases para las posibilidades de utilizar células jóvenes para disminuir los riesgos de la transfusión.
Martínez Javier, Telechea Hector, Boggia Beatriz, Mechaca Amanda.	Transfusión de glóbulos rojos en niños con enfermedad respiratoria aguda. Necesidad de protocolización	Uruguay 2017	Retrospectivo	73	B	Realizar un diagnóstico de situación sobre el uso de glóbulos rojos en niños ingresados en la UCI con fallo respiratorio agudo.	Se encontró una baja adherencia a las recomendaciones internacionales respecto al uso de glóbulos rojos en niños con insuficiencia respiratoria.
Quinn K, Quinn M, Moreno C, Soundar E, Teruya J, Hui SK.	Neonatal transfusion models to determine the impact of using fresh red blood cells on	EEUU 2015	Retrospectivo	216	B	Analizar un modelo de protocolo de transfusión neonatal basado en el almacenamiento de glóbulos rojos menor a 7	Sobre la base de datos retrospectivos y los dos modelos de transfusión, se puede concluir que requerir RBC ≤14 días para la transfusión neonatal

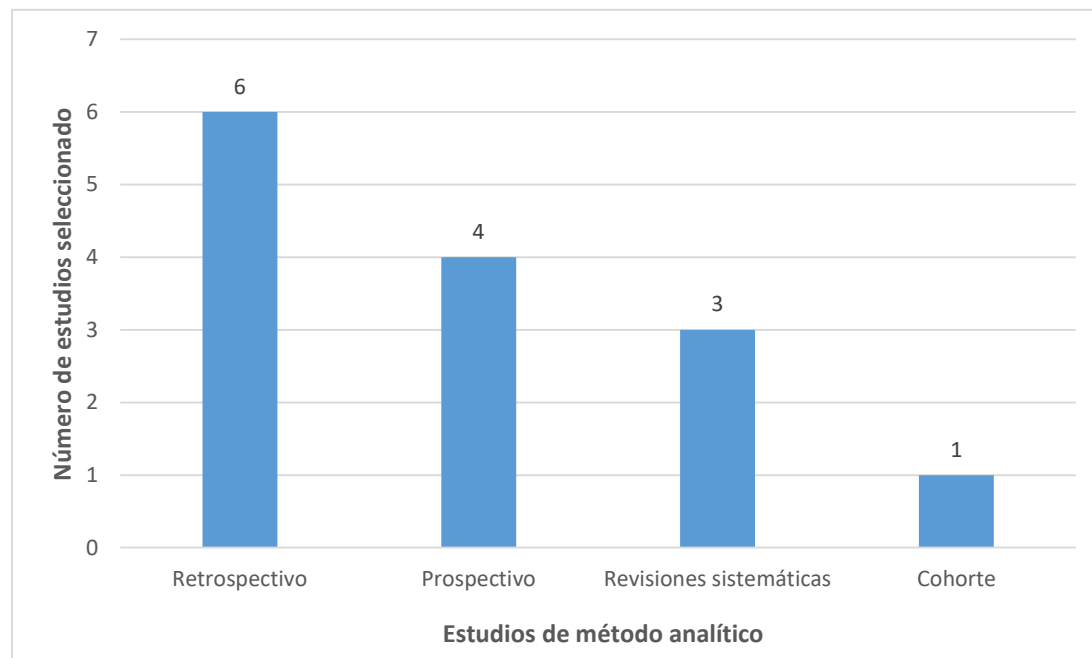
Autor	Título	País/año	Tipo de estudio	Tamaño de la muestra	GR	Objetivo del estudio	Conclusiones
	inventory and exposure.					días comparado con un modelo menor a 14 días.	equilibraría mejor el uso de RBC más frescos con el menor aumento de los efectos en el paciente neonato (20%) y un impacto mínimo en el inventario de RBC.

Nota. Adaptado de *Trabajo de fin de Titulación*. Taller llevado a cabo en Universidad Técnica Particular de Loja por *Freire*, (2021).

Tabla 3*Distribución geográfica de los estudios seleccionados*

País donde se desarrolló el estudio 2016-2021	Número de estudios realizados
España	1
Estados Unidos	4
India	2
Canadá	2
Suiza	2
Francia	1
Reino Unido	1
Uruguay	1

Nota. Adaptado de *Trabajo de fin de Titulación por Freire, (2021).*

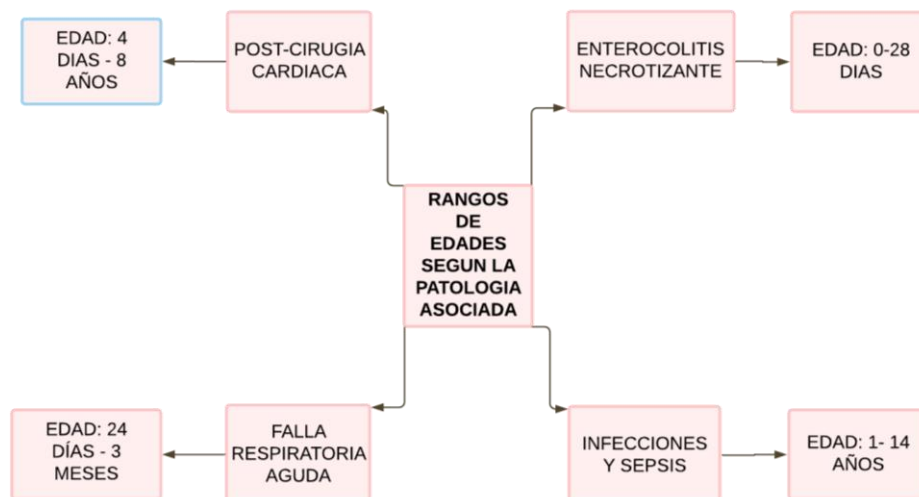
Figura 2*Metodología de los estudios seleccionados*

Nota. Adaptado de *Trabajo de fin de Titulación por Freire, (2021).*

La totalidad de estudios se basaron en el método analítico, siendo 6 estudios retrospectivos, 4 prospectivos, 3 revisiones sistemáticas y un solo estudio de cohorte.

Figura 3

Distribución por rangos de edades de las patologías asociadas



Nota. Adaptado de *Trabajo de fin de Titulación* por Freire, (2021).

3.3. Descripción de los artículos

Age of blood and survival after massive transfusión: Este estudio se realizó en Barcelona, España en el 2017, se trata de un estudio retrospectivo que analizó a 689 pacientes de todas las edades con el objetivo de determinar la asociación entre el tiempo de almacenamiento de los glóbulos rojos administrados y la supervivencia en pacientes transfundidos masivamente. En este estudio participaron un total de 112 niños en condiciones de salud críticas por diferentes etiologías, con una media de edad de 8 años, aquí se muestra que la mortalidad fue mayor dentro de las primeras 48 horas después de una transfusión masiva cuando se transfundieron glóbulos rojos de almacenamiento de más de 14 días (Sanz y Pereira, 2017).

Recommendations on RBC Transfusion in Infants and Children with Acquired and Congenital Heart Disease: Se trata de un estudio tipo revisión sistemática realizado en los Estados Unidos en el año 2018, donde tras el análisis de expertos de 334 estudios presentan un resumen de las principales recomendaciones para las transfusiones de glóbulos rojos en niños críticamente enfermos con cardiopatías adquiridas y congénitas. Las recomendaciones clínicas enfatizan en las alternativas a la transfusión de glóbulos rojos por los eventos

adversos que conlleva, entre estas, indican que las transfusiones en este grupo de pacientes, debe ser preferentemente de concentrados de glóbulos rojos de menos de 14 días de almacenamiento (Cholette, et.al., 2018).

The role of policy in red blood cell storage and transfusion in children: Este estudio de tipo prospectivo observacional, los hallazgos destacan algunas de las controversias en el debate sobre la edad de almacenamiento de glóbulos rojos en el momento de la transfusión y los resultados clínicos posteriores en la población pediátrica. Evaluaron a una población central de 123 niños en un rango de edad de entre 2 a 6 años en el periodo comprendido entre 2014 a 2017, que se sometieron a la transfusión de concentrados de glóbulos rojos de tiempo de almacenamiento variable evaluando sus efectos, los autores encontraron que la edad de almacenamiento mayor a 28 días tuvo una relación estadísticamente significativa con el aumento de hierro no unido a transferrina (NTBI), lo cual generó daño oxidativo y aumentó el riesgo de infecciones y complicaciones. Enfatiza en que las políticas públicas deberían estandarizar normas de almacenamiento y transfusión con el fin de minimizar los riesgos y consecuencias en este importante grupo etario (Raphael, 2017).

The age of blood in pediatric intensive care units: Es un ensayo clínico controlado aleatorizado (ECA) que tiene como objetivo determinar si la edad de almacenamiento de los concentrados de glóbulos rojos afecta los resultados en niños críticamente enfermos. Fueron evaluados un total de 1538 niños pertenecientes a la UCIP en los que se comparó el riesgo de desarrollar síndrome de disfunción multiorgánica entre los pacientes transfundidos con concentrados de glóbulos rojos de menor edad de almacenamiento (≤ 14 días) y los glóbulos rojos transfundidos de almacenamiento estándar (almacenados durante 14-42 días); en este caso no se encontró asociación estadística, pero si se observó una reducción de riesgo del 12% de desarrollar disfunción multiorgánica con concentrados de glóbulos rojos de almacenamiento corto menor a 14 días entre otras complicaciones como infección y sepsis (Tucci, et.al., 2018).

Effect of Red Blood Cell Storage Duration on Outcome After Paediatric Cardiac Surgery:

Estudio de tipo prospectivo que investigó si el uso de concentrados de glóbulos rojos almacenados en la preparación se asocia con un mayor riesgo de complicaciones posoperatorias, específicamente el efecto que presenta en el perfil metabólico de los pacientes y el resultado posoperatorio después de la cirugía cardíaca pediátrica. Tras un estudio de 198 pacientes se concluyó que, en pacientes pediátricos sin comorbilidad significativa, sometidos a cirugía cardíaca, la transfusión de sangre almacenada hasta 28 días es segura, especialmente si se requiere de pocas unidades de transfusión (Bishnoi, et.al., 2018).

Longer duration of red blood cell storage is associated with a lower hemoglobin increase after blood pediatric transfusion: Estudio de cohorte llevado a cabo en Suiza en el año 2019, se estudiaron 225 niños de entre 1 a 14 años de edad para determinar el efecto del tiempo de almacenamiento de glóbulos rojos sobre el incremento de hemoglobina en pacientes transfundidos. El estudio con alta sensibilidad concluye que el almacenamiento más prolongado de glóbulos rojos se asoció con un menor aumento en la concentración de hemoglobina después de la transfusión. Aunque estadísticamente significativo, el efecto fue modesto y su relevancia clínica en subgrupos de pacientes debe investigarse en ensayos clínicos prospectivos. (Rydén, et.al., 2019).

Adverse transfusion reactions in transfused children: La transfusión en pediatría requiere pautas específicas, porque la fisiología y patología infantil difieren significativamente en comparación con los adultos. Este estudio retrospectivo se evaluaron las principales reacciones adversas que se presentaron en 137 niños con una edad media de 11 años, que recibieron terapia transfusional de glóbulos rojos, se encontró una elevada incidencia en el desarrollo de infecciones en un 16%, sepsis 9%, enterocolitis necrotizante entre el 7-11% en prematuros y recién nacidos bajos de peso asociados a una mortalidad de este trastorno está asociado con una alta tasa de mortalidad de entre el 20 y el 30%. Además de gran impacto y con una incidencia del 11% se presentan reacciones hemolíticas especialmente cuando se trata de pacientes con anemia de células falciformes, llevando a complicaciones y

aumentando la mortalidad en esta población. Además de los diferentes hallazgos, se encontró que la frecuencia de eventos adversos aumentó cuando se transfundían concentrados de glóbulos rojos de más de 14 días de duración (Moncharmont , 2019).

General overview of blood products in vitro quality. Processing and storage lesions in transfused children: Este estudio de tipo analítico retrospectivo analiza las alteraciones que son inducidas por los procesos y técnicas utilizados para preparar y almacenar concentrados de glóbulos rojos que se utilizan en la práctica clínica y su influencia en el estado de salud del niño después de su administración. En este estudio no se logró demostrar que exista una relación significativa entre los efectos y riesgos directos relacionados con las lesiones de almacenamiento de los glóbulos rojos en niños transfundidos (Abonnenc, Tissot, y Prudent, 2018).

Approaches to understanding and interpreting the risks of red blood cell transfusion in neonates: Esta revisión sistemática realizada en Reino Unido recientemente año 2019, analizó los principales riesgos de la transfusión de glóbulos rojos de 1230 recién nacidos hospitalizados, de 29 estudios diferentes en el período 2014 – 2018. Los autores encontraron que el efecto de las transfusiones de glóbulos rojos que tienen mayor tiempo de almacenamiento, están directamente relacionados con la enterocolitis necrotizante del recién nacido (Keir, et.al., 2019).

Recommendations on Selection and Processing of RBC Components for Pediatric Patients from the Pediatric Critical Care Transfusion: Revisión sistemática que determina con 38 expertos las pautas y recomendaciones para la selección, procesamiento, almacenamiento y administración de concentrados de glóbulos rojos en niños críticamente enfermos con la finalidad de disminuir los eventos adversos provocados por los mismos. Entre las varias recomendaciones se apoya el uso de concentrados de glóbulos de almacenamiento corto de preferencia menor a 14 días pues se ha relacionado complicaciones como enterocolitis necrotizante, infecciones, sepsis a la administración de glóbulos rojos de mayor tiempo de almacenamiento (Zantek, et.al., 2018).

Transfusion-associated circulatory overload in a pediatric intensive care unit: different incidences with different diagnostic criteria: Se trata de un estudio retrospectivo donde se incluyeron 136 pacientes pediátricos entre los 3-11 años que midió la incidencia de sobrecarga circulatoria asociada a transfusiones de concentrados de glóbulos rojos y el tiempo de almacenamiento en niños de la unidad de cuidados intensivos pediátricos. No se observó relación estadísticamente significativa entre la sobrecarga circulatoria asociada a las transfusiones (De Cloedt, et.al., 2018).

Influence of AS-7 on the storage lesion in young and old circulating erythrocytes. India 2020: Estudio prospectivo observacional de un total de 47 niños en el cual se analizaron los efectos de una nueva solución aditiva denominada AS-7 en dos grupos distintos de concentrados de glóbulos rojos, uno de almacenamiento corto menor a 14 días y otro grupo de mayor tiempo de almacenamiento. Se demostró que la solución aditiva AS-7 fue beneficiosa para los eritrocitos jóvenes durante el almacenamiento y, por lo tanto, sentó las bases para estandarizar su uso y poder disminuir los riesgos asociados a su administración (Hsieh, Prabhu, y Rajashekaraiah, 2020).

Transfusión de glóbulos rojos en niños con enfermedad respiratoria aguda. Necesidad de protocolización: Se trata del único estudio encontrado en Latinoamérica abordando este tema, se revisó y analizó a 73 niños con rangos de edades 24 días a 3 meses, se realizó un diagnóstico de situación sobre el uso de concentrados de glóbulos rojos en niños ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos con fallo respiratorio agudo, siendo la bronquiolitis su principal etiología. Se encontró una baja adherencia a las recomendaciones internacionales respecto al tiempo de almacenamiento y al uso de glóbulos rojos en niños con insuficiencia respiratoria (Martínez, et.al., 2017).

Neonatal transfusion models to determine the impact of using fresh red blood cells on inventory and exposure. Este estudio tuvo como finalidad analizar un modelo de protocolo de transfusión neonatal basado en el almacenamiento de glóbulos rojos menor a 7 días comparado con un modelo menor a 14 días. Sobre la base de datos de diferentes estudios

retrospectivos y varios modelos de transfusión, se puede concluir que el uso de concentrados de glóbulos rojos de ≤ 14 días para la transfusión neonatal equilibraría la necesidad de utilizar concentrados de glóbulos rojos más frescos con el menor aumento de los efectos en el paciente neonato y un impacto mínimo en el inventario de glóbulos rojos en el banco de sangre (Quinn , Quinn, y Moreno, 2015).

Discusión

La administración de concentrados de glóbulos rojos con un almacenamiento prolongado en la población pediátrica ha generado en los últimos años un debate a nivel internacional en cuanto a las reacciones adversas a las que puede estar directamente relacionada, puesto que se estableció que los glóbulos rojos generan cambios morfológicos, bioquímicos y metabólicos en su estructura cuando se almacenan en soluciones aditivas, generando lesiones de almacenamiento, mismas que afectan consecutivamente la calidad de la transfusión de los mismos (Monchamont , 2019).

Se ha analizado un total de 14 estudios de forma exhaustiva que han cumplido con los criterios para este trabajo de investigación, con respecto a las edades estas son variables en los diferentes artículos, encontrándose desde los recién nacidos hasta los 14 años de edad, se analizaron únicamente aquellos que estudiaron a niños menores de 12 años.

En todos los artículos se discute la relevancia clínica de las características fisiopatológicas de los glóbulos rojos almacenados pues sigue siendo un tema controversial, porque existen diferentes estudios observacionales retrospectivos y prospectivos, que han arrojado resultados contradictorios sin llegar a establecer relaciones estadísticamente significativas (Abonnenc, Tissot, y Prudent, 2018).

Hasta el momento algunos de los ensayos clínicos aleatorizados disponibles, han mostrado resultados más contundentes y han podido demostrar los riesgos directos, efectos secundarios y complicaciones en los niños que reciben transfusiones, provocados por el almacenamiento de glóbulos rojos en los bancos de sangre, sin embargo, a pesar de estar en continuo debate, su importancia radica en la socialización de los resultados como base a futuros lineamientos de transfusiones en la práctica clínica.

En un estudio retrospectivo realizado en España en el año 2017 se determinó que existe una asociación estadísticamente significativa entre el tiempo de almacenamiento de los glóbulos rojos y la mortalidad hospitalaria cuando estas están asociadas a transfusiones masivas en niños, más no en transfusiones mínimas. Se analizó a partir de la duración de

almacenamiento de los glóbulos rojos, entre estas unidades, el 78% tenían más de 14 días, el 12,8% habían estado almacenadas durante más de 28 días y solo el 4,5% tenían menos de 7 días. Este estudio mostró que la mortalidad general en población adulta y pediátrica, después de una transfusión masiva, la cual fue del 7.2% en niños críticamente enfermos que recibieron una mayor proporción de glóbulos rojos almacenados más de 14 días en las primeras 48 horas postransfusión (Sanz y Pereira, 2017).

Por otro lado, uno de los factores más importantes a tener en cuenta son las comorbilidades asociadas al paciente pediátrico, es así que se ha demostrado que los mayores riesgos se presentan en niños con cardiopatías de cualquier origen, porque esto genera alteraciones en la función cardiaca, en la hemodinamia y en la saturación de oxígeno, por lo tanto, menos adaptación a los glóbulos rojos almacenados que presentan cambios estructurales. En este estudio se concluyó que la sangre con una duración de almacenamiento más corta resulta beneficiosa en pacientes sometidos a cirugía cardiaca (Cholette, et.al., 2018). Sin embargo, a pesar de esta declaración el estudio presentó muchas limitaciones y no se pudo declarar un corte de días de almacenamiento apropiado para el uso en este tipo de pacientes.

En otro estudio se analizó el efecto de la transfusión de concentrados de glóbulos en la sobrecarga circulatoria de 136 pacientes pediátricos con patología cardiaca ingresados en la Unidad de Cuidados Intensivos de un Hospital en Canadá, sin embargo, este estudio retrospectivo no tuvo relación estadísticamente significativa, finalizando que se requieren más estudios que corroboren este hecho (De Cloedt, et.al, 2018).

En contraste a esto se analizaron de forma prospectiva a un grupo de recién nacidos, lactantes y niños pequeños sometidos igualmente a cirugía cardiaca, en este estudio a pesar de tener resultados similares, concluyen que la sangre almacenada hasta 28 días se puede utilizar de forma segura en pacientes pediátricos donde no se presentaron complicaciones en el transoperatorio de cirugía cardiaca (Bishnoi, et.al., 2018).

Otro grupo de pacientes pediátricos ampliamente estudiados son aquellos que

presentan alteraciones de la función pulmonar. En un ensayo clínico aleatorizado desarrollado en Canadá, se estudiaron los efectos de la transfusión de concentrados de glóbulos rojos viejos en niños que se encontraban críticamente enfermos, con lesión pulmonar aguda ingresados en la UCI, y el riesgo de desarrollar falla multiorgánica, en este caso no encontraron asociación entre la duración máxima y media de almacenamiento de los glóbulos rojos transfundidos y la probabilidad de su presentación; pero la tasa de infección y sepsis fue significativamente mayor en los niños que recibieron sangre de mayor duración de almacenamiento superior a 14 días en comparación con los que recibieron sangre de menor tiempo (Tucci, et.al., 2018).

Además, se comprobó que existe asociación entre el almacenamiento prolongado de los glóbulos rojos y un menor aumento de la concentración de hemoglobina en el control después de la transfusión en niños con anemias severas, en contraste con un mayor aumento cuando se transfunden eritrocitos jóvenes, sin embargo, este efecto descrito fue modesto y su relevancia clínica en subgrupos de pacientes debe investigarse en ensayos clínicos prospectivos (Rydén, et.al., 2019). También se relaciona con el aumento de hierro sérico no unido a la transferrina lo cual provoca daño oxidativo y aumento del riesgo de infección (Raphael, 2017).

En el caso de neonatos, se ha establecido que son el grupo de pediátricos con mayor susceptibilidad a la terapia transfusional de concentrados de glóbulos rojos, asociándose con mayores complicaciones (Quinn, et.al., 2015). En diversos estudios de tipo retrospectivo se estableció que el uso de concentrados de glóbulos rojos con mayor tiempo de almacenamiento por lo general mayor a 14 días, están directamente relacionados con la incidencia de enterocolitis necrotizante del recién nacido, especialmente en prematuros o en recién nacidos de bajo peso (Keir, et.al., 2019; Zantek, et.al., 2018). Esto ha demostrado afectar directamente la recuperación del paciente, asociándose con tasas de mortalidad de entre el 20 y el 30% (Moncharmont , 2019).

Un hallazgo relevante y estudiado en el último año es la importancia de las

características de almacenamiento de los glóbulos rojos y el desarrollo de nuevas soluciones aditivas para mejorar la vida útil y extender la viabilidad de los glóbulos rojos. En India se analizó la efectividad del uso de una solución aditiva diferente a la habitual y estandarizada que es la SAG-Manitol por el uso de una solución conocida como AS-7 que contiene bicarbonato, adenina, glucosa, manitol y fosfato, se demostró que esta solución reduce significativamente las lesiones por almacenamiento mejorando el estado bioquímico de los glóbulos rojos especialmente cuando tienen un almacenamiento menor a 14 días, por lo que este estudio podría ser la base para realizar cambios en los bancos de sangre, lo que beneficiaría a los pacientes que requieren terapias transfusionales disminuyendo las complicaciones antes mencionadas (Hsieh, Prabhu y Rajashekaraiah, 2020).

Por lo tanto, la transfusión de concentrados de glóbulos rojos de corto almacenamiento representa la terapia básica para reducir la morbilidad y mortalidad de la población infantil vulnerable. Los subgrupos pediátricos específicos que se benefician incluyen recién nacidos prematuros, niños con anemia de células falciformes, niños gravemente enfermos y niños con necesidades crónicas de transfusión (Raphael, 2017). La respuesta a esta terapia es compleja y depende de una serie de factores y consideraciones incluyendo la fisiopatología del receptor, la variación de donante a donante y la calidad de almacenamiento de los glóbulos rojos (Zantek, et.al., 2018).

Conclusiones

Los niños son un grupo etario con una fisiología cardiovascular y respuesta adaptativa a la anemia distinta a la de los adultos, por tanto, su respuesta a los procesos de transfusión, generan en algunos casos complicaciones y un aumento en la tasa de morbimortalidad, más aún cuando presentan comorbilidades asociados o se presentan críticamente enfermos. Esta asociación de complicaciones se ha visto aumentada en áreas críticas como lo es la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos a nivel mundial.

Se ha demostrado que el uso de concentrados de glóbulos rojos frescos mejora la supervivencia del niño con anemia severa y comorbilidades como lesión pulmonar aguda o aquellos sometidos a cirugía cardíaca. No se ha logrado establecer un tiempo estandarizado de almacenamiento de glóbulos rojos, sin embargo, como media entre los estudios analizados en la presente revisión se encuentra que es beneficioso aquellos que son almacenados menos de 14 días.

A pesar del acuerdo general sobre los cambios morfológicos y fisiológicos que sufren los glóbulos rojos almacenados, las lesiones por almacenamiento y los efectos biológicos adversos de la transfusión de concentrados de glóbulos rojos de almacenamiento prolongado que se encuentran en los estudios disponibles de elevada evidencia científica hasta el momento son muy pocos, por lo que no se puede establecer lineamientos que puedan seguirse a nivel de nuestro país.

Referencias

- Abonnenc M, T. J. (2018). *General overview of blood products in vitro quality: Processing and storage lesions*. Obtenido de *Transfus Clin Biol.*: doi: 10.1016/j.tracli.2018.08.162
- Abonnenc, M., Tissot, J., & Prudent, M. (2018). General overview of blood products in vitro quality: Processing and storage lesions. *Transfus Clin Biol.*, 2(4), 24-35. doi:doi: 10.1016/j.tracli.2018.08.162
- Alexander, P., Barty, R., Fei, Y., Vandvik, P., Pai, M., Siemieniuk, R., & Heddle, N. (2016). Transfusion of fresher vs older red blood cells in hospitalized patients: a systematic review and metaanalysis. *Blood*, 127(4), 400-410. Obtenido de doi: 10.1182/blood-2015-09-670950
- Ali, N. (2018). Red blood cell transfusion in infants and children. *Pediatrics & Neonatology*, 59(3), 227-230. doi:DOI:https://doi.org/10.1016/j.pedneo.2017.10.002
- Baron, J., Leitner, G., Küntzel, N., Meyer, E., & Hiesmayr, M. (2019). Transfusion of standard-issue packed red blood cells induces pulmonary vasoconstriction in critically ill patients after cardiac surgery. *Plos One*, 14(3), e0213000. Obtenido de doi: 10.1371/journal.pone.0213000
- Bishnoi, A., Garg, P., Patel, K., Ananthanarayanan, C., Shah, R., Solanki, A., & Pandya, H. (2018). Effect of red blood cell storage duration on outcome after paediatric cardiac surgery: a prospective observational study. *Heart, Lung and Circulation*, 28(5), 784-791. doi:doi: 10.1016/j.hlc.2018.03.012
- Chadebech, P., Bodivit, G., Razazi, K., de Vassoigne, C., Pellé, L., & Burindes, L. (2017). Red blood cells for transfusion in patients with sepsis: respective roles of unit age and exposure to recipient plasma. *Association Recherche Transfusion*, 57(8), 1898-1904. Obtenido de doi: 10.1111/trf.14170
- Cholette, J., Willems, A., Valentine, S. L., & Bateman, S. T. (2018). Recommendations on RBC Transfusion in Infants and Children With Acquired and Congenital Heart Disease From the Pediatric Critical Care Transfusion and Anemia Expertise Initiative. *Pediatric*

Critical Care Transfusion and Anemia Expertise Initiative, 19(9), S137.
doi:10.1097/PCC.0000000000001603

Contreras, D. M., & Martínez, M. C. (2015). Medicina transfusional en el siglo XXI. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 26(6), 726-743. doi:DOI: 10.1016/j.rmclc.2015.11.002

Cook, R., Heddle, N., Lee, K., Arnold, D., Crowther, M., Devereaux, P., & Ellis, M. (2017). Red blood cell storage and in-hospital mortality: a secondary analysis of the INFORM randomised controlled trial. *The Lancet Haematology*, 4(11), 544-552. Obtenido de doi: 10.1016/S2352-3026(17)30169-2

D'alessandro, A., Yoshida, T., & Prudent, M. (2019). Red blood cell storage lesion: causes and potential clinical consequences. *Blood Transfusion*, 17(1), 27. Obtenido de DOI: 10.2450/2019.0217-18

De Cloedt, L., Emeriaud, G., Lefebvre, É., Kleiber, N., Robitaille, N., Jarlot, C., . . . Gauvin, F. (2018). Transfusion-associated circulatory overload in a pediatric intensive care unit: different incidences with different diagnostic criteria. *Transfusion Research*, 58(4), 1037-1044. doi:doi: 10.1111/trf.14504

Dencker, D., Pedersen, F., Engstrøm, T., Schroeder, T., Lönn, L., & Johansson, P. (2017). Red blood cell storage duration and long-term mortality in patients undergoing cardiac intervention: a Danish register study. *Official Journal of the British Blood Transfusion Society*, 27(4), 268-274. Obtenido de doi: 10.1111/tme.12435

Fernández, J., Ariznavarreta, C., Cachofeiro, V., Cardinali, D., Escrich, E., Escriche, G. P., . . . Mora, F. (2016). *Fisiología humana*. Madrid: McGraw-Hill.

García, J. (2019). Estándares en hemoterapia 5° Edición. En t. c. Fundación para la calidad en transfusión sanguínea, *Estándares en Hemoterapia 5° Edición* (págs. 57-92). Sociedad Española de Hematología y Hemoterapia.

Goel, R., Johnson, D., Scott, A., Tobian, A., Ness, P., Nagababu, E., & Frank, S. (2016). Red blood cells stored 35 days or more are associated with adverse outcomes in high-risk

- patients. *Department of Anesthesiology/Critical Care Medicine*, 56(7), 1690-1698.
Obtenido de 10.1111/trf.13559
- Griffin, R., & Neal, Y. (2019). Transfusión sanguínea. En L. Goldman, *Bethesda - Manual de Hematología Clínica 4ª Edición* (págs. 519-524). Boston: Wolters Kluwer.
- Hall, J. E. (2011). *Guyton y Hall. Tratado de fisiología médica*. Boston: Elsevier España.
- Halmin, M., Rostgaard, K., Lee, B., Wikman, A., Norda, R., Nielsen, K., & Pedersen, O. (2017). Length of Storage of Red Blood Cells and Patient Survival After Blood Transfusion: A Binational Cohort Study. *Anales de Medicina Interna*, 166(4), 248-256. Obtenido de doi: 10.7326/M16-1415
- Heddle, N. M., Cook, R. J., Arnold, D., Liu, Y., Barti, R., & Crowter, M. (2016). Effect of Short-Term vs. Long-Term Blood Storage on Mortality after Transfusion. *The New England Journal of Medicine*, 375(5), 1937-1945. Obtenido de DOI: 10.1056/NEJMoa1609014
- Hsieh, C., Prabhu, N., & Rajashekaraiah, V. (2020). Influence of AS-7 on the storage lesion in young and old circulating erythrocytes. *Transfusion and Apheresis Science*, 56(6), 102905. doi:doi: 10.1016/j.transci.2020.102905
- Jaramillo, L., Villegas, J. D., Ruiz, C., Álvarez, L. F., & Martínez, L. M. (2018). Requerimiento de paquetes eritrocitarios en neonatos, una revisión cualitativa. *Acta Pediatría Mexico*, 39(5), 298-306. Obtenido de <https://bit.ly/3kTmbI2>
- Keir, A., New, H., Robitaille, N., Crighton, G., Wood, E., & Stanworth, S. (2019). Approaches to understanding and interpreting the risks of red blood cell transfusion in neonates. *Transfusion Medical Care*, 29(4), 231-238. doi:doi: 10.1111/tme.12575
- Khan, S., Devnani, R., LaPradd, M., Landrigan, M., Gray, A., Kelley, A., & Eckert, G. (2019). Age of transfused red blood cells and health outcomes in two surgical cohorts. *Heart and Lung*, 48(2), 131-137. Obtenido de doi: 10.1016/j.hrtlng.2018.08.012
- Martí, A. J., Simancas, D., & Peña, B. (2015). Almacenamiento prolongado de concentrados de eritrocitos para las transfusiones de sangre. *Cochrane Library*. doi:<https://doi.org/10.1002/14651858.CD009330.pub2>

- Martínez, J., Telechea, H., Boggia, B., & Menchaca, A. (2017). Transfusión de glóbulos rojos en niños con enfermedad respiratoria aguda. Necesidad de protocolización. *Archivos de Pediatría del Uruguay*, 88(4), 199-204. Obtenido de <https://bit.ly/3w0G4DA>
- McQuilten, Z., French, C., Nichol, A., Higgins, A., & Cooper, D. (2018). Effect of age of red cells for transfusion on patient outcomes: a systematic review and metaanalysis. *Transfusion Medicine Reviews*, 32(2), 77-88. Obtenido de doi: 10.1016/j.tmr.2018.02.002
- Monchamont , P. (2019). Adverse transfusion reactions in transfused children. *Transfusion Clinical Biologic*, 26(4), 329-335. doi:doi: 10.1016/j.tracli.2019.08.002
- Moraleda, J. M. (2017). *Pregrado de Hematología 4° Edición*. Murcia: Sociedad Española de Hematología y Hematoterapia.
- Nagababu, E., Scott, A., Johnson, D., Goyal, A., Lipsitz, J., Barodka, V., & Berkowitz, L. (2016). The Impact of Surgery and Stored Red Blood Cell Transfusions on Nitric Oxide Homeostasis. *International Anesthesia Research Society*, 123(2), 274-282. Obtenido de doi: 10.1213/ANE.0000000000001392
- OPS. (2017). Obtenido de Organización Panamericana de la Salud web site: <https://www.paho.org/es/temas/servicios-sangre>
- Ortiz, P., Mingo, A., Lozano, M., Vesga, M. Á., Grifols, J., Castrillo, A., . . . Cárdenas, J. M. (2015). Guía sobre la transfusión de componentes sanguíneos y derivados plasmáticos. *Medicina Clínica Práctica*, 125(10), 49. Obtenido de <https://bit.ly/3PcjkaW>
- Palma, B. (2018). Aspectos generales de la transfusión. *Vozandes*, 27(1), 85. Obtenido de <https://bit.ly/3w1am9i>
- Purvis, T., Goodwin, C., Molina, C., Frank, S., & Sciubba, D. (2017). Transfusion of Red Blood Cells Stored More Than 28 Days is Associated With Increased Morbidity Following Spine Surgery. *SPINE An International Journal for the study of the spine*, 43(13), 947-953. Obtenido de 10.1097/BRS.0000000000002464

- Quinn, K., Quinn, M., & Moreno, C. (2015). Neonatal transfusion models to determine the impact of using fresh. *Blood Transfusion*, 13(4), 595. doi:DOI: 10.2450/2015.0300-14
- Quinn, K., Quinn, M., Moreno, C., Soundar, E., Teruya, J., & Hui, S. (2015). Neonatal transfusion models to determine the impact of using fresh red blood cells on inventory and exposure. *Blood transfusion*, 13(4), 595. doi:doi: 10.2450/2015.0300-14
- Raphael, J. L. (2017). The role of policy in red blood cell storage and transfusion in children. *Pediatric Reserch*, 82(6), 894-896. doi:doi: 10.1038/pr.2017.213
- Rapido, F., Brittenham, G., Bandyopadhyay, S., La Carpia, F., L'Acqua, C., & McMahon, D. (2016). Prolonged red cell storage before transfusion increases extravascular hemolysis. *Journal Clinical Investigation*, 127(1), 375-382. Obtenido de doi: 10.1172/JCI90837
- Rydén, J., Clements, M., Hellström, E., Höglund, P., & Edgren, G. (2019). A longer duration of red blood cell storage is associated with a lower hemoglobin increase after blood transfusion: a cohort study. *Transfusion*, 59(6), 1945-1952. doi:doi: 10.1111/trf.15215
- Rygård, S., Jonsson, A., Madsen, M., Perner, A., Holst, L., Johansson, P., & Wetterslev, J. (2018). Effects of shorter versus longer storage time of transfused red blood cells in adult ICU patients: a systematic review with meta-analysis. *Intensive care medicine*, 44(2), 204-217. Obtenido de doi: 10.1007/s00134-018-5069-0
- Sanz, C., & Pereira, A. (2017). Age of blood and survival after massive transfusion. *Transfusion Clinique et Biologique*, 24(4), 449-453. doi:10.1016/j.tracli.2017.04.005
- Shah, A., Brunskill, S., Desborough, M., Doree, C., Trivella, M., & Stanworth, S. J. (2018). Transfusion of red blood cells stored for shorter versus longer. *Cochrane Database of Systematic Reviews*(12), 8. doi:10.1002/14651858.CD010801.pub3
- Shivhare, A., Shastry, S., Murugesan, M., Doshi, K. A., & Baliga, B. P. (2019). Impact of stored red cells on clinical outcome in critically ill. *Asian journal of transfusion science*, 13(1), 17. Obtenido de 10.4103/ajts.AJTS_76_18

- Spadaro, S., Taccone, F., Fogagnolo, A., Fontana, V., Ragazzi, R., Verri, M., & Valpiani, C. (2017). The effects of storage of red blood cells on the development of postoperative infections after noncardiac surgery. *Journal of Transfusion*, *57*(11), 2727-2737. Obtenido de doi: 10.1111/trf.14249
- Spieth, P., & Zhang, H. (2018). Storage injury and blood transfusions in trauma patients. *Current Opinion in Anesthesiology*, *31*(2), 234-237. Obtenido de 10.1097/ACO.0000000000000565
- Sut, C., Tariket, S., Chou, M., Garraud, O., Laradi, S., & Hamzeh, H. (2017). Duration of red blood cell storage and inflammatory marker generation. *International Journal of Blood Transfusion and Immunohematology*, *15*(2), 145. Obtenido de doi: 10.2450/2017.0343-16
- Tornero, E., Pereira, A., Bravo, J., Angulo, S., Basora, M., Marcos, M., & Soriano, A. (2016). Transfusion of packed red blood cells stored >14 days was associated with a higher risk of infection after hip revision arthroplasty. *Hip International*, *26*(2), 132-137. Obtenido de doi: 10.5301/hipint.5000324
- Tucci, M., Lacroix, J., Fergusson, D., Doctor, A., Hébert, P., & et.al. (2018). The age of blood in pediatric intensive care units (ABC PICU): study protocol for a randomized controlled trial. *Canadian Critical Care Trials Group*, *19*(1), 1-13. doi:10.1186/s13063-018-2809-y
- Wang, Y., Li, Q., Ma, T., Liu, X., Wang, B., Wu, Z., . . . Wu, R. (2018). Transfusion of Older Red Blood Cells Increases the Risk of Acute Kidney Injury After Orthotopic Liver Transplantation: A Propensity Score Analysis. *International Anesthesia Research Society*, *127*(1), 202-209. Obtenido de doi: 10.1213/ANE.0000000000002437
- Zantek, N., Parker, R., Van de Watering, L., Josephson, C., & Bateman, S. (2018). Recommendations on selection and processing of rbc components for pediatric patients from the pediatric critical care transfusion and anemia expertise initiative.

World Federation of Pediatric Intensive and Critical Care Societies, 19(9), 163. doi:doi:
10.1097/PCC.0000000000001625

Zhou, X., Xu, Z., & Wang, Y. (2018). Association between storage age of transfused red blood cells and clinical outcomes in critically ill adults: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Medicina Intensiva*, 43(9), 528-537. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.medin.2018.07.004>

Apéndice

Apéndice 1

Tabla de elaboración del tema de investigación aplicando la estrategia PICO

Paciente	Niños menores de 12 años
Intervención	Transfusión de concentrado de glóbulos rojos almacenados más de 14 días
Comparación	Transfusión de concentrado de glóbulos rojos almacenados menos de 14 días
Outcomes (Resultado)	Eficacia

Nota. Adaptado de *Trabajo de fin de Titulación*. Taller llevado a cabo en Universidad Técnica Particular de Loja por *Freire, (2021)*.