



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
MÉDICA**

**HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO
"DR. EDUARDO LICEAGA"**

***VALORACIÓN DE LA SCVO2 COMO LÍMITE DE TRANSFUSIÓN EN
PACIENTES EN EL SERVICIO DE URGENCIAS DEL HOSPITAL GENERAL DE
MÉXICO "DR. EDUARDO LICEAGA" DEL 1 DE MARZO AL 30 DE MAYO 2017.***

Tesis de posgrado para obtener el título de especialista en
MEDICINA DE URGENCIAS

AUTOR:
DR. EDGAR ANDRÉS OJEDA IZQUIERDO

TUTORES:
DRA. GABRIELA ELAINE GUTIÉRREZ UVALLE
DR. JOSÉ ANTONIO MÉRIDA GARCÍA

CIUDAD DE MÉXICO – MÉXICO 2017



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

RESPONSABILIDAD:

**Los conceptos vertidos en este trabajo
son de exclusiva responsabilidad del autor**

EDGAR ANDRÉS OJEDA IZQUIERDO

AGRADECIMIENTOS

Debo agradecer infinita y profundamente a Dios y a la Santísima Virgen por darme la oportunidad de ejercer una especialidad médica, y hacer prevalecer en mí el espíritu de ayuda al prójimo a partir del conocimiento médico.

A mis padres, por su inigualable apoyo a lo largo de mi vida especialmente durante esta etapa de crecimiento profesional.

A mi esposa Francis al ser un pilar fundamental gracias a su comprensión, paciencia y motivación brindados.

Al servicio de urgencias del Hospital General de México por brindar acogida a médicos tanto nacionales como extranjeros para servir a la comunidad mexicana y formar a los especialistas del mañana.

Al Dr. José Antonio Mérida por el esfuerzo, orientación, supervisión e interés por la enseñanza aportados durante la especialidad y la realización de este trabajo.

Al Dr. José Israel León Pedroza por su ayuda con el análisis estadístico y por infundir el espíritu de investigación en los residentes.

Gracias a todos ellos, de corazón.

Valoración de la scvo2 como límite de transfusión en pacientes en el servicio de urgencias del Hospital General de México "Dr. Eduardo Liceaga" del 1 de marzo al 30 de mayo 2017.

**HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO DR. EDUARDO LICEAGA
SERVICIO DE URGENCIAS
UNIDAD 401**

Investigación: Sociomédica / Epidemiológica.

Investigador:

Edgar Andrés Ojeda Izquierdo

Residente de tercer año de la especialidad de Medicina de Urgencias

Teléfono 5568174243

Correo electrónico: starktmc@gmail.com

Fechas:

Inicio: 1 de enero del 2017

Término: 15 de julio del 2017

Dra. Gabriela Elaine Gutiérrez Uvalle
ESPECIALISTA EN CIRUGÍA GENERAL Y MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA SALUD
Jefe del Servicio de Urgencias
Profesor Titular del Curso de Medicina de Urgencias
Hospital General de México Dr. Eduardo Liceaga

Dr. José Antonio Mérida García
ESPECIALISTA EN MEDICINA DE URGENCIAS Y MEDICINA CRÍTICA
Profesor adjunto al Curso de Medicina de Urgencias
Director de Tesis y Asesor de Investigación
Hospital General de México Dr. Eduardo Liceaga

Dr. Edgar Andrés Ojeda Izquierdo
Residente del tercer año de Medicina de Urgencias
Hospital General de México Dr. Eduardo Liceaga

Este trabajo fue realizado en el Servicio de Urgencias del Hospital General de México "Dr. Eduardo Liceaga", bajo la dirección y el asesoramiento estadístico del Dr. José Antonio Mérida García y el apoyo administrativo de la Dra. Gabriela Gutiérrez Uvalle, jefe del Servicio de Urgencias.

ÍNDICE GENERAL:

Resumen	6
Antecedentes	8
Planteamiento del problema	28
Justificación	29
Hipótesis	30
Objetivo primario	30
Objetivos secundarios	30
Metodología	31
Análisis estadístico	32
Tipo y diseño de estudio	32
Población y tamaño de muestra	32
Criterios de inclusión	32
Criterios de exclusión	32
Criterios de eliminación	32
Definición de variables y forma de medirlas	33
Procedimiento	34
Cronograma de actividades	34
Aspectos éticos y de bioseguridad	35
Relevancia y expectativas	35
Recursos disponibles	35
Recursos a solicitar	35
Resultados	36
Discusión	45
Conclusiones	47
Bibliografía	49
Anexos	56

RESUMEN.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA: La $ScvO_2$ es una herramienta clínica que integra la relación VO_2-DO_2 . La Hb es una de sus determinantes en las que se basan diversas guías internacionales para indicar una transfusión. Se propone a la $ScvO_2$ como límite fisiológico para iniciar la terapia con transfusiones sanguíneas.

OBJETIVO GENERAL: Determinar si los pacientes transfundidos por límite de $ScvO_2$ presentan mayor sobrevida en comparación con los transfundidos por límites de hemoglobina en los pacientes ingresados en el servicio de urgencias.

OBJETIVOS SECUNDARIOS: Identificar las causas más comunes de transfusión sanguínea. Determinar si existe relación entre mortalidad y número de paquetes transfundidos durante la estancia hospitalaria.

HIPÓTESIS: La transfusión sanguínea indicada por límites de $ScvO_2$ se asocia con mejor sobrevida hospitalaria en comparación con la transfusión sanguínea indicada por límites de hemoglobina en los pacientes ingresados a urgencias.

METODOLOGÍA: observacional, analítico, prospectivo.

POBLACIÓN: Pacientes mayores de 18 años con necesidad de transfusión que ingresan al servicio de Urgencias del Hospital General de México "Dr. Eduardo Liceaga" del 1 de marzo al 30 de mayo del 2017.

RESULTADOS: Ingresaron un total de 20 pacientes con diagnóstico de anemia. 8 fueron mujeres (40%) y 12 hombres (60%). La edad media fue de 41.75 años. La población entre 18 y 62 años representa el 40% del total de pacientes. La comorbilidad más frecuente fue la enfermedad renal crónica (25%). El diagnóstico de ingreso principal fue síndrome urémico (45%). La indicación de transfusión según Hb o $ScvO_2$ no modifica la supervivencia por Kaplan Meier ($p=0.241$), sin embargo, el grupo transfundido por Hb tuvo una mayor proporción de sobrevivientes. Los pacientes que sobrevivieron recibieron más concentrados eritrocitarios (3.09 DE 2.02 vs 2.44 DE 1.13; $p=0.405$). El análisis multivariado por regresión logística multinomial utilizando la mortalidad como variable dependiente, encontró significancia global $p = 0.001$, que depende de las variables edad, procalcitonina y hemoglobina al ingreso.

CONCLUSIONES: No se ha logrado demostrar que la $ScvO_2$ sea un límite transfusional que incida en la supervivencia. La causa más común de transfusión en pacientes que ingresan a urgencias en el Hospital General de México es la enfermedad renal crónica. Los sobrevivientes requieren mayor número de paquetes de glóbulos rojos. Se requiere una investigación con más estudios clínicos, para demostrar la fiabilidad y aplicabilidad clínica de la $ScvO_2$ antes de empezar a usarla como límite transfusional.

PALABRAS CLAVE: transfusión sanguínea, saturación venosa central, hemoglobina.

SUMMARY.

PROBLEM SETTING: SvcO2 is a tool that integrates the VO2-DO2 relationship. Hb is one of its determinants on which the various international guidelines are based to indicate a transfusion. SvcO2 is proposed as the physiological limit to initiate therapy with blood transfusions.

GENERAL OBJECTIVE: To determine if patients transfused by SvcO2 limit present higher survival compared to those transfused by hemoglobin limits in patients admitted to the emergency department.

SECONDARY OBJECTIVES: Identify the most common causes of blood transfusion. To determine if there is a relationship between mortality and the number of packages transfused during the hospital stay.

HYPOTHESIS: Blood transfusion indicated by the limits of SvcO2 is associated with better hospital survival compared to blood transfusion indicated by hemoglobin limits in patients admitted to the emergency room.

METHODOLOGY: observational, analytical, prospective.

POPULATION: Patients over 18 years of age with a need for transfusion who are admitted to the Emergency Department of the General Hospital of Mexico "Dr. Eduardo Liceaga" from March 1 to May 30, 2017.

RESULTS: A total of 20 patients were diagnosed with anemia. 8 were women (40%) and 12 men (60%). The mean age was 41.75 years. The population between 18 and 62 years old represents 40% of the total patients. The most common comorbidity was chronic kidney disease (25%). The diagnosis of primary admission was uremic syndrome (45%). The indication of transfusion according to Hb or SvcO2 does not modify survival by Kaplan Meier ($p = 0.241$), however, the group transfused by Hb had a higher proportion of survivors. Patients who survived received more erythrocyte concentrates (3.09 DE 2.02 vs 2.44 DE 1.13, $p = 0.405$). The multivariate analysis using multinomial logistic regression using mortality as a dependent variable found global significance $p = 0.001$, which depends on the variables age, procalcitonin and hemoglobin at admission.

CONCLUSIONS: it has not been demonstrated that SvcO2 is a transfusion boundary that affects survival. The most common cause of transfusion in patients entering the emergency room at the General Hospital of Mexico is chronic kidney disease. Survivors require more packets of red blood cells. More clinical research is needed to demonstrate the reliability and clinical applicability of SvcO2 before it is used as a transfusion boundary.

KEY WORDS: blood transfusion, central venous saturation, hemoglobin.

ANTECEDENTES.

La transfusión sanguínea de glóbulos rojos constituye la principal terapia en los pacientes anémicos. El enfoque tradicional del manejo de la anemia en la decisión de transfusión de glóbulos rojos propuesto por primera vez por Adams y Lundy en 1942, por muchas décadas fue basado en la regla "10/30", utilizada para mantener el valor de hemoglobina superior a 10g/dl y un hematocrito por encima de 30%⁽¹⁾.

Sin embargo, debido a la presencia de eventos adversos, tal como la identificación del riesgo de enfermedades infecciosas con sangre alógena, llevó a la examinación de las prácticas transfusionales en la Conferencia de Consenso de Institutos Nacionales de Salud sobre Transfusiones Perioperatorias de Glóbulos Rojos en 1988, sugiriendo que no debería utilizarse un criterio único como indicación de transfusiones como terapia, y que múltiples factores en relación al estado clínico del paciente deben ser evaluados⁽²⁾.

Posteriormente Hébert y su estudio canadiense muestran que límites bajos de hemoglobina son aceptables y pueden ser benéficos en ciertos grupos de pacientes, especialmente en jóvenes y aquellos con menor severidad⁽³⁾. Durante los siguientes años un amplio cuerpo de evidencia clínica se generó, resultando en la publicación de diversas guías de transfusión en diferentes escenarios clínicos, así como el enfoque restrictivo respaldados por estudios observacionales demostrando que la transfusión sanguínea fue asociada con aumento de mortalidad⁽⁴⁾.

El objetivo en común de las guías desarrolladas fue la necesidad de estimar el beneficio de tratar la anemia en contra de los riesgos que una transfusión innecesaria supone.

USO RACIONAL PARA TRANSFUSION.

Papel de la sangre en la entrega de oxígeno.

La sangre entrega oxígeno a los tejidos, y la gran mayoría de este se encuentra unido a la hemoglobina de los glóbulos rojos, además la anemia tiene el potencial para reducir la entrega de oxígeno, sin embargo, la mayoría de los pacientes pueden aumentar el gasto cardiaco para incrementar la entrega tisular de oxígeno sobre un rango de concentraciones de hemoglobina. Las consideraciones fisiológicas más relevantes en los pacientes anémicos son el grado en que la entrega del oxígeno es adecuada y si los mecanismos compensatorios para mantener la entrega de oxígeno se encuentran alterados o son perjudiciales ⁽¹⁾.

Entrega y consumo de oxígeno.

El oxígeno inspirado desde el aire ambiental se moviliza desde la membrana alveolo capilar hasta la sangre. La mayoría de oxígeno se une a la hemoglobina en los glóbulos rojos, a pesar de que una pequeña fracción del mismo se disuelve en el plasma. Posteriormente el oxígeno se traslada desde los pulmones a los tejidos periféricos, donde es removido desde la sangre para utilizarse como combustible en el metabolismo aeróbico celular. Este proceso puede ser categorizado en varios conceptos: oxigenación, entrega de oxígeno y consumo de oxígeno

Oxigenación.

Es el proceso de difusión pasiva de oxígeno desde el alveolo al capilar pulmonar, donde se une a la hemoglobina dentro de los glóbulos rojos o se disuelve en el plasma. Oxigenación insuficiente se denomina hipoxemia, la cual debe ser diferenciada de hipoxia, que consiste en contenido anormalmente bajo de oxígeno debido a que el suministro del mismo es inadecuado, ya sea de manera general (hipoxia generalizada) o de forma específica en un órgano o tejido determinado (hipoxia tisular).

Medidas de oxigenación.

Existen múltiples formas de medir si la oxigenación esta alterada o es insuficiente para alcanzar los requerimientos metabólicos de los tejidos periféricos: Saturación arterial de oxígeno (SaO₂): es la proporción de oxígeno que se encuentra ligado a la hemoglobina, comúnmente medida mediante la oximetría de pulso, aunque también se puede cuantificar mediante gasometría arterial. La SaO₂ anormal no ha sido definida debido a que el límite en el que ocurre la hipoxia tisular no ha sido determinado, reflejando la naturaleza multifactorial de la hipoxia. Parece razonable considerar una SaO₂ ≤95% o desaturación ≥5% durante el ejercicio como anormales si el paciente previamente saturaba al 99%, sin embargo, estos valores no deben considerarse de forma aislada, ya que en determinados pacientes (EPOC) cifras menores pueden ser consideradas como normales. De manera general en reposo a nivel del mar la SaO₂ debe encontrarse entre 94 y 98%⁽⁵⁾.

Tensión arterial de oxígeno (PaO₂): una pequeña cantidad de oxígeno que se difunde a través de la membrana alveolo capilar se disuelve en el plasma, denominándose PaO₂, medida por gasometría arterial. Se consideran anormales valores < 80mmHg ⁽⁶⁾.

Gradiente alveolo arterial (A-a) de oxígeno: es la diferencia entre la cantidad de oxígeno en el alveolo (PAO₂) y la cantidad de oxígeno disuelto en el plasma (PaO₂).

$$\text{Gradiente A-a de oxígeno} = PAO_2 - PaO_2$$

PAO₂ se calcula usando la ecuación de gas alveolar:

$$PAO_2 = (FiO_2 \times \{Patm - PH_2O\}) - (PaCO_2 / R)$$

Donde FiO₂ es la fracción de oxígeno inspirado (0.21 a aire ambiental), Patm es la presión atmosférica (760 mmHg a nivel del mar), PH₂O es la presión parcial de agua (47 mmHg a 37°C), PaCO₂ es la tensión arterial de CO₂ y R es el cociente respiratorio (0.8 en reposo).

Usando esta ecuación puede haber desestimaciones dependientes de variables como FiO_2 y R, por lo que se pueden realizar mediciones simplificadas, además puede variar con la edad: $\text{gradiente A-a} = 2.5 + 0.21 \times \text{edad en años}$. Determinaciones del gradiente A-a requieren medidas exactas de la FiO_2 .

Proporción PaO_2/FiO_2 : es otra medida de medición de oxigenación y es más frecuentemente utilizada en pacientes ventilados. El valor normal oscila entre 300 a 500 mmHg, con valores <300 mmHg indican intercambio gaseoso anormal, valores <200 mmHg indican hipoxemia severa ⁽⁷⁾.

Proporción A-a de oxígeno: se utiliza para predecir el cambio en la PaO_2 que puede resultar cuando se modifica la FiO_2 . La fórmula es: $\text{Proporción A-a de oxígeno} = PaO_2 / PAO_2$. Su límite normal es 0.77 a 0.82, y es más confiable cuando la FiO_2 es menor a 55%.

Índice de oxigenación (OI): más comúnmente usado en neonatos con hipertensión pulmonar persistente del recién nacido para detectar la severidad de hipoxemia y guiar el inicio de intervenciones, como el óxido nítrico. Se calcula de la siguiente manera: $OI = (\text{Presión media de la vía aérea} \times FiO_2 / PaO_2) \times 100$. Valores superiores a 25 indican falla respiratoria hipoxémica severa ⁽⁸⁾.

Contenido de oxígeno.

Es la cantidad de oxígeno ligado a la hemoglobina más la cantidad de oxígeno disuelto en el plasma. El contenido arterial de oxígeno (CaO_2) se calcula:

$$CaO_2 \text{ (mL O}_2\text{/dL)} = (1,34 \times \text{Hemoglobina} \times SaO_2) + (0,0031 \times PaO_2)$$

Donde 1,34 es la capacidad de la hemoglobina para transportar al oxígeno en mL O₂ /g Hb, SaO_2 es la saturación arterial de oxígeno, 0,0031 es la constante de disociación de oxígeno y PAO_2 es el contenido alveolar de oxígeno. El CaO_2 normal es 20 mL / O₂ dL aproximadamente.

De manera similar, el contenido venoso mixto de oxígeno (CvO_2) es la cantidad de oxígeno ligado a la hemoglobina más la cantidad de oxígeno disuelto en la sangre venosa mixta.

$$CvO_2 = (1,34 \times Hb \times SvO_2) + (0,0031 \times PvO_2)$$

Donde SvO_2 es la saturación venosa de hemoglobina, y PvO_2 es la tensión venosa mixta de oxígeno. CvO_2 normal es aproximadamente 15 mL / O₂ dL.

Entrega de oxígeno.

La entrega de oxígeno es la frecuencia en la que el oxígeno es transportado desde los pulmones hasta la microcirculación, se obtiene mediante la siguiente forma:

$$DO_2 \text{ (mL/min)} = GC \times CaO_2$$

Donde GC es el gasto cardiaco. DO_2 normal es aproximadamente 100 mL /min, siendo 500 mL / min / m² si se sustituye el gasto cardiaco por el índice cardiaco.

El GC puede medirse de múltiples formas, entre ellas la termodilución gracias a un catéter pulmonar o calculándose mediante la ecuación de Fick:

$$GC \text{ (mL / min)} = VO_2 / (\text{Diferencia arterio venosa de oxígeno} \times 10)$$

Donde la diferencia arterio venosa (AV) de oxígeno = $CaO_2 - CvO_2$.

Consumo de oxígeno.

El consumo de oxígeno (VO_2) es la frecuencia en la que el oxígeno es removido desde la sangre para utilizarse en los tejidos, es decir, la cantidad de oxígeno consumida por las células en unidad de tiempo, para garantizar la producción de energía y con ello el metabolismo celular. Puede ser medido o calculado, asumiendo que todo el oxígeno inutilizado pasa de la circulación arterial a la venosa. Mediciones directas pueden realizarse mediante espirometría, durante la cual el paciente respira a través de una cámara que recibe flujo de aire continuo.

Para determinar VO₂ se utilizan mediciones del oxígeno disminuido de la cámara, así como el CO₂ y agua producidos en la misma. El VO₂ normal en una persona despierta y en reposo es de 250 mL O₂ /min.

El cálculo del VO₂ puede ser realizado al reajustar la ecuación de Fick:

$$VO_2 \text{ (mL/min)} = GC \times (CaO_2 - CvO_2)$$

Cuando se calcula en VO₂, el gasto cardiaco debe ser medido, no calculado, para evitar errores matemáticos.

Extracción de oxígeno (EO₂).

Es la relación entre la entrega de oxígeno (DO₂) y el consumo (VO₂). Es frecuentemente expresada como el radio de extracción de oxígeno (ERO₂), que es la proporción de oxígeno arterial que es removido desde la sangre conforme pasa a la microcirculación:

$$\text{Radio de Extracción de O}_2 = (CaO_2 - CvO_2) / CaO_2.$$

La extracción normal de oxígeno se encuentra entre 0.25 a 0.3.

Fisiología normal.

Bajo circunstancias normales el consumo de oxígeno es proporcional a la entrega del mismo, y a la extracción de oxígeno. DO₂ y la extracción de oxígeno son inversamente proporcionales. En reposo VO₂ permanece constante sobre un amplio rango de DO₂, debido a que cambios en DO₂ son balanceados con cambios recíprocos en la extracción de oxígeno. VO₂ disminuye si DO₂ cae a un grado que no puede ser balanceado al aumentarse la extracción. El valor límite del DO₂ por debajo del cual VO₂ cae es llamado "DO₂ crítico".

Cuando la demanda metabólica aumenta (ejercicio, embarazo, etc.), también aumenta VO₂ debido a que se requiere mayor oxígeno para mantener el metabolismo celular aeróbico. Esto es alcanzado normalmente al incrementar DO₂ y la extracción de oxígeno ⁽⁹⁾. VO₂ es alterado de manera desproporcionada por el

aumento de la extracción de oxígeno, con poca contribución del DO₂. El aumento de la extracción de oxígeno es probablemente mediado a nivel capilar.

Es importante establecer que quien determina el grado del consumo de oxígeno por las células son las necesidades metabólicas de ellas mismas, pero quien limita dicho consumo es la disponibilidad del oxígeno en los tejidos (DO₂).

Existe una relación de dependencia fisiológica entre estos dos factores: VO₂ y DO₂. En condiciones normales esta relación la podemos categorizar en dos partes:

Zona no dependiente o zona de metabolismo aeróbico: se refiere a la característica de que para diversos valores de DO₂ no varía VO₂, dado esto por la no modificación del estado metabólico celular y llenado la necesidad de oxígeno, es decir que, aunque varíe la disponibilidad no se modifica el consumo. Esta zona está a la derecha del punto C o punto crítico de disponibilidad el cual determina a partir de qué valor inicia el metabolismo aeróbico, o a partir de donde el consumo de oxígeno no es dependiente de la disponibilidad.

Zona de conformidad o de metabolismo anaeróbico o zona dependiente. Indica que los valores de disponibilidad no se abastecen para lograr el consumo de oxígeno. Los incrementos en el VO₂ dependen de los incrementos en la DO₂, lo que determina, que a esta zona de la curva se le denomine zona dependiente. El término de zona de conformidad está definido por la respuesta metabólica que, al no cumplir sus necesidades de producción de energía por la vía aeróbica por la falta de oxígeno, inicia la vía metabólica anaeróbica que intenta mantener la producción de energía sin alcanzarse. Es por esto además que esta zona se denomina anaeróbica.

La relación DO₂/VO₂ se trastorna cuando los mecanismos de extracción están afectados por condiciones patológicas (respuesta metabólica al estrés, SIRS de cualquier índole, etc.) ⁽⁹⁾ predisponiendo a que reduzca la cantidad de O₂ que puede extraerse del potencial extraíble, produciendo un aumento del punto crítico

de disponibilidad, por lo que un paciente en condiciones normales serían valores adecuados de disponibilidad, en condiciones patológicas esta disponibilidad no es suficiente originando la **“deuda de oxígeno”**.

Anormalidades de la entrega y demanda de oxígeno.

Disminución de la entrega o aumento de la demanda de oxígeno son alteraciones comunes en el paciente enfermo.

Disminución de la entrega de oxígeno: puede ocurrir si el gasto cardiaco disminuye o si el contenido arterial de oxígeno cae. El gasto cardiaco disminuye debido a enfermedad cardiaca o por hipovolemia. El contenido arterial de oxígeno disminuye debido a anemia o pobre oxigenación. Al estar disminuido DO_2 , el aumento compensatorio de la extracción de oxígeno mantiene un VO_2 normal. Si la extracción es insuficiente para mantener el VO_2 aumenta el gasto cardiaco para mejorar DO_2 .

Aumento de la demanda metabólica: esto ocurre en pacientes críticamente enfermos (Síndrome de Distrés Respiratorio Agudo, sepsis, choque séptico). Existe aumento de VO_2 ya que se requiere mayor oxígeno para mantener el metabolismo celular aeróbico. En estos pacientes el aumento del VO_2 puede ser cumplido desproporcionadamente por el aumento de DO_2 , a diferencia de individuos sanos en los que las elevaciones de VO_2 son desproporcionadamente alcanzadas por aumento de la extracción de oxígeno, con poca contribución de DO_2 .

En la relación DO_2/VO_2 que se produce en condiciones patológicas severas esta dependencia anormal se eleva de manera matemáticamente infinita, originando que la deuda o déficit de oxígeno sea muy grande ⁽⁹⁾. Por esta razón se propone como estrategia, que en estas condiciones y bajo la ya conocida deuda de oxígeno, se eleve la disponibilidad de este elemento químico interactuando en todos los factores que influyen en esta relación. Ya que no es posible cambiar o disminuir las necesidades metabólicas de los tejidos, se puede interactuar con algunos estados que pueden aumentar mucho más esta relación inverosímil o deuda de

oxígeno, tales como la hipertermia, la excitación psicomotora, las convulsiones, el trabajo respiratorio etc.

La anemia es comúnmente tratada con trasfusiones de glóbulos rojos para restaurar la capacidad de transporte de oxígeno y evitar comprometer la oxigenación tisular. Sin embargo, cambios en la hemoglobina no siempre resultan en permutaciones de DO_2 y VO_2 , por los mecanismos compensatorios existentes para moderar dichos cambios. Bajo condiciones normales con adecuada reserva coronaria, el gasto cardíaco aumenta a medida que disminuye el contenido de oxígeno arterial (CaO_2) a medida que se mantiene DO_2 . Este mecanismo depende de la dilatación vascular coronaria permitiendo un aumento del flujo sanguíneo.

VO_2 es, a su vez, amortiguada por la capacidad de los tejidos periféricos para alterar la extracción de oxígeno (EO_2) en estados hipoxémicos por alteración del flujo sanguíneo, lo que resulta en menor contenido de oxígeno venoso (CvO_2) y pO_2 de tejido estable ⁽¹⁰⁾.

Ya que los tejidos varían en el porcentaje de extracción de oxígeno desde el torrente sanguíneo, también lo hace la extensión de su capacidad para aumentar la EO_2 en condiciones anémicas. El corazón tiene la mayor capacidad de EO_2 , aproximadamente 60%, con lo que es capaz de compensar la hipoxemia, en comparación con los tejidos que tienen menores rangos de capacidad de extracción, tales como el cerebro (30%), riñón y piel (<10%). Además de la mayor carga de trabajo al proporcionar un aumento del gasto cardíaco a tejidos en condiciones anémicas, el aumento del flujo coronario es necesario para mantener estable la pO_2 del tejido cardíaco. En consecuencia, la función cardíaca dicta el límite de la anemia clínicamente tolerada en cualquier paciente dado.

Uso de saturación venosa central (ScVO₂).

El uso de catéteres de la arteria pulmonar para monitorizar a los pacientes críticos y guiar la terapia ha disminuido debido a que múltiples estudios han fracasado en demostrar beneficios ⁽¹¹⁾. Incluso algunos refieren que el problema no es el catéter de la arteria pulmonar en sí, si no en el conocimiento y la interpretación

de la información obtenida ⁽¹²⁾. Debido a la necesidad clínica de obtener mediciones similares, surgieron diversas tecnologías como la ecocardiografía, gasto cardiaco monitorizado por USG, técnicas de análisis de la presión arterial del pulso ⁽¹³⁾, técnicas de impedancia, técnicas alternativas de dilución de colorantes, para proveer mediciones alternativas o adicionales. Una de estas mediciones, sencilla para la cual existe evidencia de utilidad clínica ⁽¹⁴⁾, es la saturación venosa central de oxígeno ($ScVO_2$), sustituto de la saturación venosa mixta (SVO_2). Para entender mejor la utilidad clínica de $ScVO_2$, hay que tener en cuenta el contexto fisiológico, cómo se realiza la medición de la misma, limitaciones importantes y como estas mediciones son útiles en escenarios clínicos.

La cantidad de oxígeno entregado a los tejidos, proceso mencionado previamente, y el gasto cardiaco, son factores determinantes en la oxigenación, pero no los únicos. La demanda metabólica, la concentración de hemoglobina, y la superficie corporal son parámetros altamente variables que pueden alterar drásticamente el gasto cardiaco crítico, minuto a minuto, en el mismo paciente. La adecuación de la oxigenación está determinada por el balance entre DO_2 y VO_2 , reflejado en la fracción de DO_2 que los tejidos utilizan ($ERO_2 = DO_2/VO_2$), o por la variable $ScVO_2$, que equivale a cuanto oxígeno resta luego del consumo de oxígeno realizado por los tejidos. En contraste de un gasto cardiaco crítico muy variable, muchos estudios encontraron una medición más estable y útil que refleja la oxigenación tisular, la razón de extracción crítica de oxígeno, ERO_{2crit} .

Debido a que $ERO_2 = DO_2/VO_2$, cuando DO_2 disminuye, ERO_2 aumenta; si DO_2 decrece aún más (disminución de GC, capacidad de llevar O_2 o saturación arterial), y es inadecuado para alcanzar las demandas de VO_2 , ERO_2 excede un límite, que es identificado por la presencia de hipoxia tisular y metabolismo anaerobio, incluyendo aumento de la producción de lactato y función orgánica alterada. Este límite crítico es ERO_{2crit} .

A pesar de que el GC es esencial para evaluar enfermedad cardiovascular, el ERO_2 es más informativo acerca del estado de oxigenación tisular.

SVO₂ está relacionado con ERO₂.

La ecuación de Fick indica que:

$$GC = VO_2 / (CaO_2 - CvO_2),$$

Donde CaO_2 y CvO_2 son el contenido de oxígeno arterial y venoso, respectivamente. Reagrupando tenemos:

$$GC \times CaO_2 - CvO_2 = GC \times VO_2,$$

Debido a que $DO_2 = CaO_2 \times GC$, puede ser reescrito luego de dividir ambos lados entre DO_2 :

$$1 - ERO_2 = (GC \times CvO_2) / (GC \times CaO_2)$$

Nótese que $CxO_2 = 1.34 \times Hb \times SxO_2$ si el O_2 disuelto es ignorado (donde x guarda relación al contenido arterial o venoso). Si cancelamos los factores comunes del lado derecho y reagrupamos los campos:

$$SvO_2 = (1 - ERO_2) \times SaO_2.$$

En la práctica clínica SaO_2 se mantiene frecuentemente constante y mayor a 0.9, entonces:

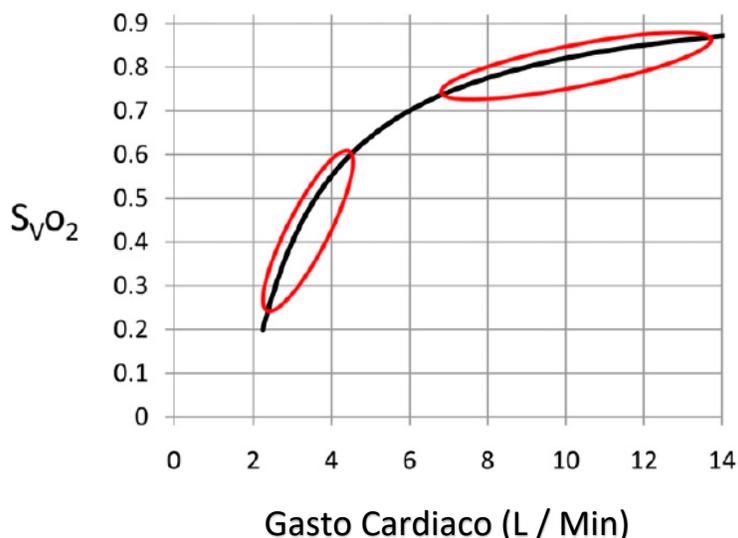
$$SvO_2 = 1 - ERO_2.$$

Esto indica que las mediciones de SvO_2 se relacionan directamente con ERO_2 y pueden ser utilizadas para ayudar a determinar si el paciente o los órganos individuales están cerca del ERO_{2crit} , donde ocurre la inadecuada entrega de oxígeno y disfunción orgánica ⁽¹⁵⁾.

Problemas técnicos: cuando se realizan adecuadas mediciones de SVO₂.

Cuando el gasto cardiaco es alto, errores en su medición resultan solamente en pequeños errores en la estimación de SVO_2 , que refleja adecuada oxigenación tisular. Pero cuando el gasto cardiaco es bajo, pequeños errores en su medición

llevan a grandes errores en estimación de una adecuada oxigenación tisular, como se puede observar en el siguiente gráfico:



Es decir que cuando el gasto cardíaco se encuentra elevado, y generalmente no representa un problema clínico, las mediciones del GC son excelentes en reflejar la oxigenación tisular, contrastando con las mediciones del GC cuando éste se encuentra disminuido, que se correlaciona pobremente con la oxigenación, representando grandes inconvenientes clínicos.

Donde la curva se encuentra plana, pequeños errores en la medición de SVO_2 se asocian con grandes errores en el cálculo del GC mediante la ecuación de Fick, y por ende en su interpretación clínica. Cuando la curva se encuentra empinada, pequeños errores en la medición del GC resultan en fallas considerables en la interpretación de SVO_2 .

Podemos establecer que cuando la medición de SVO_2 se realiza mal es clínicamente irrelevante (en estados de alto GC), pero técnicamente bien en situaciones relevantes en las que el suministro de oxígeno puede ser elevado. ⁽¹⁴⁾

$SvcO_2$ es un adecuado sustituto de SVO_2 .

Muchos investigadores han comparado la verdadera SVO_2 con $SvcO_2$ obtenida de mediciones de acceso venoso central ⁽¹⁶⁾. En general existe una

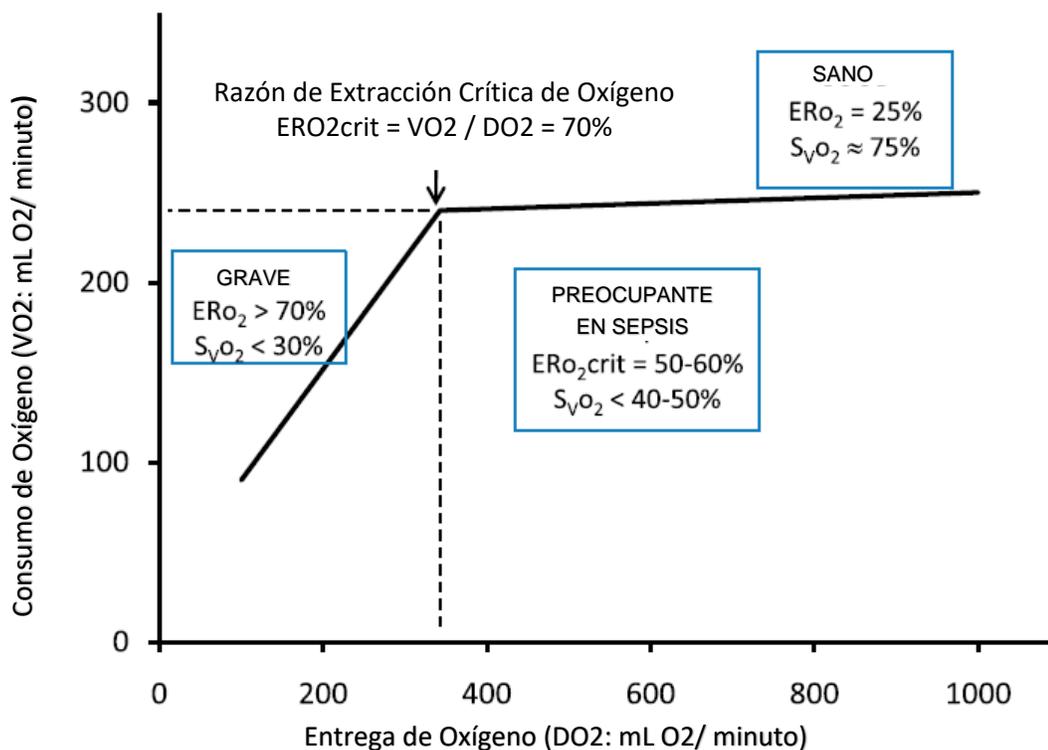
correlación muy buena, pero no es perfecta, con $SvcO_2$ que sobreestima a SVO_2 del 3 a 8 % ⁽¹⁷⁾, sin embargo, cambios en $SvcO_2$ pueden correlacionarse con cambios en SVO_2 . Esta sobreestimación se asocia cuando la punta del catéter se encuentra a más de 15 cm de la entrada de la aurícula derecha ⁽¹⁸⁾, pero cuando la punta del catéter ha avanzado hasta la aurícula derecha, $SvcO_2$ es un excelente sustituto, subestimando la SVO_2 en 1%. $SvcO_2$ es únicamente una aproximación de SVO_2 , y esto hay que tenerlo en cuenta para interpretaciones.

Uso clínico de SVO_2 .

La interpretación clínica correcta de SVO_2 o de su sustituto $SvcO_2$ puede ser usada para estimar gasto cardiaco, entender el estado fisiológico del paciente, ayudar a la reanimación del paciente usando protocolos validados y a identificar a pacientes de alto riesgo, mejor entendimiento y manejo de la hipoxemia, y una rápida estimación de la fracción de shunt.

Como hemos mencionado antes, gracias a la ecuación de Fick, se puede estimar fácilmente el gasto cardiaco.

La SVO_2 da información con respecto al balance entre entrega y consumo de O_2 , ya que $SVO_2 = 1 - ERO_2$:



Durante el reposo en pacientes sanos GC puede ser aproximadamente 5 L/min y el CaO₂ es aproximadamente 200 mL O₂/L de sangre, por ende, DO₂ = 1000 mL O₂/min. Así mismo, en reposo, VO₂ está alrededor de 250 ml O₂/min. Esto indica que el 25% de la entrega de oxígeno se consume, por lo que la razón de extracción de O₂ es 25%, y lo restante, es decir el 75%, equivale a SVO₂.

Si el gasto cardiaco o la hemoglobina disminuyen, entonces DO₂ también lo hace, pero VO₂ permanece constante ya que la tasa metabólica en reposo no cambia (porción plana de la relación). Ya que no es posible extraer más oxígeno del que se entrega, niveles de DO₂ muy bajos, disminuyen también VO₂ (porción de la pendiente de la relación). En este punto inicia el metabolismo anaerobio caracterizado por aumento de lactato y otros signos de choque y disfunción orgánica.

Estas consideraciones llevan al entendimiento de diferentes valores de SVO₂: si es >70% generalmente es adecuado y normal, pero si es <50% está disminuido, y dependiendo de las capacidades de extracción de O₂ puede acercarse al valor de ERO₂crit⁽¹⁹⁾. Valores de SVO₂ de 50% y ciertamente menores de 40% deben ser cuidadosamente considerados y actuar en consecuencia. Valores entre 50 y 70% son algo bajos que por si solos no llevan a conclusiones firmes y deben de ser consideradas en el contexto de una oxigenación suficiente, valorando si se encuentra conservada la función orgánica, si el GC, Hb o SaO₂ deben aumentarse o si deben reducirse la demanda de O₂ mediante parálisis o sedación. SVO₂ extremadamente alta puede indicar un alto GC, pero también muy poca capacidad de extracción de O₂ tisular, consecuentemente, valores muy altos o muy bajos de SVO₂ se asocian con alta mortalidad⁽¹⁴⁾.

Anemia: epidemiología e impacto.

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud, la anemia se define con niveles de hemoglobina <13 g/dl en hombres y <12 g/dl en mujeres no embarazadas ⁽²⁰⁾. Numerosos estudios han demostrado la asociación de anemia y aumento de la mortalidad, sin embargo, la mejoría de los niveles de hemoglobina no se ha relacionado con mejoría en la mortalidad. En un estudio de 1958 pacientes quienes declinaron el uso de transfusiones sanguíneas por motivos religiosos, las probabilidades de muerte aumentaron a medida que la hemoglobina preoperatoria disminuyó y las probabilidades de muerte fueron mucho mayores en los pacientes con enfermedad cardiovascular subyacente ⁽²¹⁾. En un análisis de subconjuntos de 300 pacientes postoperatorios, una hemoglobina entre 7 y 8 g / dL parecía no tener un efecto adverso inmediato sobre la mortalidad, mientras que hubo un claro riesgo de muerte postoperatoria cuando la hemoglobina cayó por debajo de 7 g / dL. ⁽²²⁾. Si bien estos y otros estudios ^(23,24) sugieren que la anemia grave se asocia con mal pronóstico, los datos de ensayos aleatorios han demostrado que una corrección más agresiva de la anemia no necesariamente mejora estos resultados ⁽²⁵⁾.

Etiología de la anemia.

La anemia se desarrolla de manera temprana en la admisión de pacientes críticos dentro de los primeros 2 días, y en pacientes sin hemorragia, se registra una caída promedio de 5.2g/L/día en los niveles de hemoglobina ⁽²⁶⁾. Esta significativa reducción de la hemoglobina resulta de muchos factores, incluyendo problemas con disminución de la producción y aumento de las pérdidas. Los problemas de producción incluyen una respuesta de eritropoyetina empobrecida durante una enfermedad crítica, la falta de disponibilidad de sustrato (incluyendo hierro, folato y vitamina B12) y la presencia de insuficiencia renal (lo que puede acentuarlos, pero también es un factor de riesgo independiente de anemia) ⁽²⁷⁾.

La anemia por pérdida de sangre se puede subdividir en causas relacionadas con la enfermedad y secundarias. Las causas relacionadas con la enfermedad de la anemia incluyen pérdida de sangre traumática, coagulopatía, hemólisis y pérdidas

gastrointestinales. Otras pérdidas secundarias son principalmente iatrogénicas e incluyen pérdidas debidas a muestreo diagnóstico, canulación vascular, terapia de reemplazo renal y procedimientos quirúrgicos ⁽⁴⁾.

En búsqueda de límites de compensación.

La anemia es tratada con transfusiones de glóbulos rojos para restaurar la capacidad de transporte de oxígeno y evitar el compromiso de la oxigenación periférica. Información de estudios experimentales han demostrado que los seres humanos en reposo sanos son capaces de tolerar la hemodilución isovolémica aguda hasta un nivel de hemoglobina de 5 g / dl, aunque se observa una ligera reducción reversible de la agudeza mental en este nivel ⁽²⁸⁾. Sin embargo, La transfusión de todos los pacientes en el mismo nivel de umbral, cualquiera que sea el nivel de dicho umbral, probablemente dañará a algunos pacientes, pero será de beneficio para otros, por este motivo se han establecido recomendaciones para el nivel de hemoglobina objetivo para la transfusión de glóbulos rojos.

Directrices de las sociedades.

Las directrices de transfusión han sido publicadas en las siguientes sociedades:

- Sociedad Americana de Anestesiología ⁽²⁹⁾.
- Comité Británico de Estándares en Hematología ⁽³⁰⁾.
- Sociedad de Transfusión de Sangre de Australia y Nueva Zelanda ⁽³¹⁾.
- Asociación Oriental de Cirugía de Trauma (EAST) y el Colegio Americano de Medicina de Cuidados Críticos de la Sociedad de Medicina de Cuidados Críticos (SCCM) ⁽³²⁾.
- Sociedad Europea de Cardiología (ESC) ⁽³³⁾.
- Sociedad de Cirujanos Torácicos y la Sociedad de Anestesiólogos Cardiovasculares ⁽³⁴⁾.
- AABB (anteriormente la Asociación Americana de Bancos de Sangre) ⁽³⁵⁾.
- Colegio Americano de Médicos ⁽³⁶⁾.

En general, las diferentes directrices han recomendado que la transfusión no está indicada cuando la hemoglobina es > 10 g / dL, pero el umbral inferior varía de 6 g/dL a 8 g/dL.

Las directrices del 2016 de la AABB refieren que la investigación en la medicina de la transfusión de glóbulos rojos concentrados ha avanzado perceptiblemente la ciencia en los últimos años y proporciona la evidencia de alta calidad para informar pautas. Un umbral de transfusión restrictivo es seguro en la mayoría de los entornos clínicos y las actuales prácticas de banca de sangre de uso de sangre estándar deben continuar ⁽³⁵⁾. Estas recomiendan:

- Hemoglobina <6 g / dL - Se recomienda la transfusión excepto en circunstancias excepcionales.
- Hemoglobina de 6 a 7 g / dL - La transfusión generalmente es probable que esté indicada.
- Hemoglobina de 7 a 8 g / dL - La transfusión puede ser apropiada en pacientes sometidos a cirugía ortopédica o cirugía cardíaca, y en aquellos con enfermedad cardiovascular estable, después de evaluar el estado clínico del paciente.
- Hemoglobina de 8 a 10 g / dL - La transfusión generalmente no está indicada, pero debe considerarse para algunas poblaciones (por ejemplo, aquellos con anemia sintomática, sangrado continuo, síndrome coronario agudo con isquemia y pacientes con hematología / oncología con trombocitopenia grave que corren riesgo de sufrir sangrado).
- Hemoglobina > 10 g / dl - La transfusión generalmente no se indica excepto en circunstancias excepcionales.

También enfatizan que la decisión de transfundir no debe basarse únicamente en el nivel de hemoglobina, sino que debe incorporar características y síntomas individuales del paciente. El juicio clínico es crítico en la decisión de transfundir; Por lo tanto, la transfusión de glóbulos rojos por encima o por debajo del umbral de hemoglobina especificado puede ser dictada por el contexto clínico. Del mismo modo, la decisión de no transfundir concentrados eritrocitarios a un paciente con

una concentración de hemoglobina por debajo de los umbrales recomendados es también una cuestión de juicio clínico.

Riesgos y complicaciones de la transfusión.

Los riesgos y complicaciones potenciales a largo plazo pueden ser de tipo infecciosos y no infecciosos ⁽³⁸⁾. El riesgo existe debido a la posibilidad de presencia de microorganismos (bacterias, virus, parásitos, etc.) en la sangre del individuo donante, que se escapa a las pruebas de detección. Un amplio espectro de organismos ha sido identificado en las infecciones bacterianas, provenientes de la piel, sangre, ambiente o de material de envase utilizados para descongelar los hemoderivados ⁽³⁹⁾. No existe consenso para definir la infección bacteriana transmitida por transfusión, sin embargo, un grupo estadounidense ⁽⁴⁰⁾ lo establece como la presencia de un organismo cultivado tanto en la bolsa de productos sanguíneos como en el receptor, siendo idénticos en la electroforesis en gel de campo pulsado.

Las mayores intervenciones que se han implementado desde la década de los 80 son aquellas encaminadas a la detección del virus del VIH, ya que la frecuencia de seropositividad para este retrovirus en la sangre de la población donante varía entre 0.5 por 10.000 donaciones, siendo un valor mucho menor al de 3.5 por 10.000 donaciones previo a la instauración de los anticuerpos de rutina del cribado de VIH ⁽⁴¹⁾. Otros virus, como el de la hepatitis C, representaban un gran riesgo en el pasado, con más del 10% de adquisición de dicho virus según algunos estudios ⁽⁴²⁾, pero en la actualidad y gracias al cribado, se estima que el riesgo actual es menor de 1 en un millón por unidad transfundida ⁽⁴³⁾. Además, ciertos microorganismos (como CMV, virus Ebstein Barr, yersinia enterocolítica) pueden ser transmitidos por los leucocitos ⁽⁴⁴⁾, ya que cada unidad de sangre total no modificada contiene cerca de 2 a 5 x 10⁹ leucocitos, mientras que, con la leucorreducción de tercera generación, la cuenta total de leucocitos disminuye a 5 x 10⁶. La leucorreducción puede ser benéfica en los siguientes casos: reacciones febriles no hemolíticas, aloimmunización, infección posoperatoria, lesión por reperfusión cardíaca ⁽⁴⁵⁾.

Reacciones alérgicas e inmunológicas pueden ocurrir en cualquier paciente, y son más frecuentes en aquellos con múltiples transfusiones ⁽⁴⁶⁾. Entre las más comunes tenemos:

- Reacciones transfusionales hemolíticas: presentando fiebre, escalofríos, hipotensión, dolor lumbar, CID y hallazgos de laboratorio como hemoglobinuria, test de Coombs +, prolongación de tiempos de coagulación.
- Lesión pulmonar aguda relacionada a transfusión (TRALI): caracterizada por distrés respiratorio e hipotensión, con Rx de tórax anormal, hipoxemia, leucopenia transitoria, anticuerpos antineutrófilos o anti HLA.
- Sobrecarga circulatoria asociada a transfusión (TACO): se evidencia distrés respiratorio y estertores, con hipoxemia, aumento del BNP y Rx de tórax anormal.
- Reacciones febriles transfusionales no hemolíticas: fiebre como hallazgo principal
- Sepsis.
- Reacción transfusional de causa desconocida.

Las características mencionadas se refieren a hallazgos comunes, pero no todos pueden estar presentes en cada caso ⁽⁴⁷⁾. Las reacciones anafilácticas asociadas a transfusiones son raras, con una incidencia estimada de 1 de cada 20.000 a 50.000 ⁽⁴⁸⁾. Resultan de la liberación súbita de mediadores sistémicos como histamina y triptasa desde los mastocitos y basófilos, típicamente en respuesta a una reacción inmune mediada por IgE o IgG.

Otras complicaciones incluyen la hiperkalemia por la liberación de potasio desde los glóbulos rojos almacenados, en especial en transfusiones masivas. Sobrecarga de hierro, complicación a considerarse luego de varias transfusiones en anemia crónica ⁽⁴⁹⁾. En el siguiente cuadro ⁽⁵⁰⁾ podemos resumir las complicaciones asociadas a transfusión alogénica de glóbulos rojos:

	Complicación	Riesgo por unidad transfundida
Complicaciones infecciosas	Sepsis bacteriana sintomática	1:250,000
	Muerte por sepsis bacteriana	1:500,000
	Hepatitis:	
	A	1:2 millones
	B	1:153,000
	C	1:2,3 millones
	VIH/SIDA	1:7.8 millones
	Infección parasitaria	1:4 millones
Complicaciones no infecciosas	urticaria	1:100
	reacción febril no hemolítica	1:300
	TACO	1:700
	TRALI	1:10,000
	Reacciones hemolíticas tardías	1:7000
	Reacción hemolítica aguda	1:40,000
	Anafilaxia	1:40,000

VIH: Virus de Inmunodeficiencia Humana. SIDA: Síndrome de inmunodeficiencia adquirida. TACO: Sobrecarga circulatoria asociada a transfusión. TRALI: Lesión pulmonar aguda relacionada a transfusión.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Varios estudios observacionales demuestran que la transfusión de glóbulos rojos es común en las hospitalizaciones de América del Norte y Europa ⁽³⁵⁾. Este procedimiento no difiere en México, ya que se estima que aproximadamente los bancos de sangre en su conjunto obtienen una captación promedio anual de sangre igual a 1.4 millones de unidades, con un incremento anual estimado de 50,000 unidades, cifra por debajo del 2% estimado del total de la población y el índice de donación por 1,000 habitantes se ha mantenido entre 12.4 y 13.5 donaciones, muy por debajo del recomendado de 50/1000 habitantes para lograr la autosuficiencia.

Además de las complicaciones y riesgos que conllevan la administración de componentes sanguíneos, es notable que los bancos de sangre no se abastecen para las demandas transfusionales de la población mexicana.

Se hace evidente que, al minimizar las transfusiones sanguíneas, se puede obtener beneficio tanto para el paciente, evitando complicaciones, como para las instituciones públicas y bancos de sangre, disminuyendo la demanda. Es por este motivo que al obtener información acerca de la saturación venosa como límite para la toma de decisiones transfusionales puede acarrear gran beneficio.

Diversas guías internacionales han establecido indicaciones de transfusión de glóbulos rojos, basadas en el nivel de hemoglobina, ya que al momento no se ha descrito algún parámetro con adecuado nivel de significancia estadística que permita tomar decisiones para iniciar una transfusión sanguínea.

El presente trabajo pretende demostrar que la saturación venosa central de oxígeno sirve como marcador para indicar transfusiones sanguíneas.

JUSTIFICACIÓN

La administración de glóbulos rojos concentrados no debe basarse en un único límite transfusional como la hemoglobina, si no en múltiples parámetros tales como el estado de volumen intravascular, evidencia de choque, duración y grado de anemia y parámetros fisiológicos cardiopulmonares.

La saturación venosa central de oxígeno es una herramienta clínica que integra la relación de la entrega y consumo de oxígeno en todo el cuerpo, y que parece ser un parámetro interesante para ayudar en la toma de decisiones de transfusión en pacientes graves, por lo que se puede proponer como un límite transfusional sencillo, fisiológico y universal, que se tiene al alcance en varios departamentos de urgencias en México y podría utilizarse como un marcador pronóstico sensible y de bajo costo en los pacientes con anemia y requerimientos transfusionales, debido a que transfundir a todos los pacientes al mismo límite de parámetro transfusional tradicional (hemoglobina), puede ser dañino para unos pacientes y benéfico para otros.

Por estas razones se pretende realizar un protocolo de estudio que compare los límites de transfusión: hemoglobina y saturación venosa central, demostrando un impacto en parámetros de relevancia clínica con lo cual se forjen nuevas líneas de investigación.

Es importante resaltar que la medición de este parámetro mediante los métodos actuales no representa ningún riesgo para los sujetos en estudio, además de que se cuenta con los recursos necesarios para la realización del mismo y que no son diferentes a los que se realizan de rutina en el servicio de urgencias al ingreso del paciente.

Los resultados obtenidos a partir de esta investigación podrán establecer protocolos de manejo, que pueden impactar en la supervivencia y por ende en el aspecto socioeconómico de las instituciones al disminuir la utilización de recursos innecesarios, así como el promedio de la estancia intrahospitalaria.

HIPÓTESIS

La transfusión sanguínea indicada por límites de saturación venosa central se asocia con mejor sobrevida hospitalaria en comparación con la transfusión sanguínea indicada por límites de hemoglobina en los pacientes ingresados a urgencias.

OBJETIVO PRIMARIO

- Determinar si los pacientes transfundidos por límite de saturación venosa central de oxígeno presentan mayor sobrevida en comparación con los pacientes transfundidos por indicación según límites de hemoglobina en los pacientes ingresados en el servicio de urgencias del Hospital General de México.

OBJETIVOS SECUNDARIOS

- Identificar las causas más comunes de transfusión sanguínea en pacientes que ingresan al servicio de urgencias.
- Determinar si existe relación entre mortalidad y número de paquetes transfundidos durante la estancia hospitalaria.

METODOLOGÍA

Para cada paciente que ingresó a la unidad de urgencias del Hospital General de México de marzo a mayo del 2017 con hemoglobina $<10\text{mg/dl}$, se midió saturación venosa central y se formaron 2 grupos: grupo control en que la decisión de transfundir se basó de acuerdo a los límites de hemoglobina descritos por las guías del 2016 de la AABB, y un grupo con objetivos dirigidos a SvcO₂, en que la decisión de transfundir se determinó de acuerdo al valor de SvcO₂ $<70\%$. Para el análisis estadístico se formaron 4 grupos para evidenciar significancia en supervivencia en alguno de estos grupos, estableciéndose de la siguiente manera:

1. Hb < 7 con SvcO₂ $> 70\%$
2. Hb < 7 con SvcO₂ $< 70\%$
3. Hb > 7 con SvcO₂ $< 70\%$
4. Hb > 7 con SvcO₂ $> 70\%$

Se elaboró un cuestionario de recolección de datos con las variables estudiadas antes y 2 horas después de transfusión con 1 paquete de glóbulos rojos concentrados; se dio seguimiento a la mortalidad a los 30 días, mediante la revisión en el expediente clínico del estado del egreso hospitalario determinándose como vivo o fallecido, y se comparó la información recabada.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las variables numéricas se expresaron como media y desviación estándar, y se compararon con la prueba t de student.

Las variables categóricas se expresaron como porcentaje y se compararon con la prueba Xi cuadrada.

El tiempo de supervivencia se evaluó a través de una regresión de Cox y la curva de Kaplan Meier.

El análisis multivariado se realizó a través de una regresión logística binaria multinomial utilizando como variable dependiente la mortalidad hospitalaria.

TIPO Y DISEÑO DEL ESTUDIO

Estudio observacional, analítico, prospectivo.

POBLACIÓN Y TAMAÑO DE LA MUESTRA

Pacientes mayores de 18 años que ingresan al servicio de Urgencias del Hospital General de México con necesidad de transfusión. No se realizó cálculo del tamaño muestral, realizándose inclusión por conveniencia.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN:

- Pacientes mayores de 18 años.
- Diagnóstico de anemia con Hemoglobina $<10\text{mg/dl}$
- Acceso venoso central

CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:

- Pacientes con transfusión sanguínea en las últimas 48 horas

CRITERIOS DE ELIMINACIÓN:

- Pacientes con información incompleta.
- Pacientes con defunción dentro de las primeras 24 horas.
- Acceso venoso central mal colocado o no confirmado con Rx de tórax.

DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES A EVALUAR Y FORMA DE MEDIRLAS.

Dependientes (De causa)				
Variable	Categoría	Escala de Medición	Unidad de Análisis	Definición
Sobrevida a los 30 días	Cualitativa	Dicotómica	Adimensional	Se definirá a aquellos pacientes que egresen vivos durante su estancia en urgencias, durante su estancia en hospitalización.
Independientes (De efecto)				
Variable	Categoría	Escala de Medición	Unidad de Análisis	Definición
Edad	Cuantitativa	Discreta	Años	Aquella determinada por una identificación oficial a partir de su año de nacimiento y en el caso de no contar con la misma, la expresada por el paciente o familiar.
Días de hospitalización	cuantitativa	Numérica	Días	Tiempo de permanencia en el área de hospitalización
Hb basal	Cuantitativa	Numérica	g/dL	Nivel de hemoglobina detectado al ingreso.
Procalcitonina	Cuantitativa	Numérica	ng/mL	Nivel de procalcitonina al ingreso.
SvcO2	Cuantitativa	Numérica	Porcentaje	Nivel de saturación de oxígeno de sangre venosa central
SOFA	Cuantitativa	Numérica	Adimensional	Evaluación secuencial de la falla orgánica.
Número de paquetes transfundidos	Cuantitativa	Discreta	Unidades arbitrarias	Cantidad de unidades eritrocitarias transfundidas durante la hospitalización.

PROCEDIMIENTO.

- Al llegar el paciente a urgencias se verificará signos vitales.
- Se realizará estabilización primaria.
- Identificar diagnóstico de anemia con Hb<10mg/dl.
- Explicación al paciente del motivo de la presente investigación.
- Toma de muestra para gasometría arterial y venosa central, antes y después de transfusión sanguínea.
- Registro de información en hoja de captura de datos (Anexo 2).
- Reanimación al paciente mediante protocolos establecidos.
- Estado vital del paciente a su egreso hospitalario.
- Seguimiento a los 30 días.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.

Fecha	Diseño de protocolo de investigación	Establecer diseño metodológico y corrección de cambios en protocolo	Recolección de datos	Depuración de base de datos	Análisis estadístico	Presentación de resultados
Enero-febrero 2017						
Febrero 2017						
Marzo-mayo 2017						
Junio 2017						
Julio 2017						

ASPECTOS ÉTICOS Y DE BIOSEGURIDAD.

La presente investigación utiliza los datos obtenidos de los estudios de laboratorio y mediciones de constantes vitales que se realizan de manera rutinaria en los pacientes admitidos en el servicio de Urgencias a su ingreso, que por su condición de gravedad requieren un manejo y vigilancia estrechos. No se realizarán procedimientos adicionales con el fin de recabar datos para el presente protocolo.

Para el desarrollo de la presente investigación y la obtención de la información se revisarán los datos plasmados en los respectivos expedientes clínicos, no se realizará intervenciones o procedimientos con los pacientes.

RELEVANCIA Y EXPECTATIVAS

Con el presente estudio se pretende evaluar el valor pronóstico de la saturación venosa central como predictor de sobrevida en pacientes transfundidos ingresados en el servicio de Urgencias del Hospital General de México, y su supervivencia a los 30 días.

RECURSOS DISPONIBLES.

Uso de instalaciones del servicio de urgencias del Hospital General de México, uso de gasómetro de laboratorio central, uso del banco de sangre.

RECURSOS A SOLICITAR.

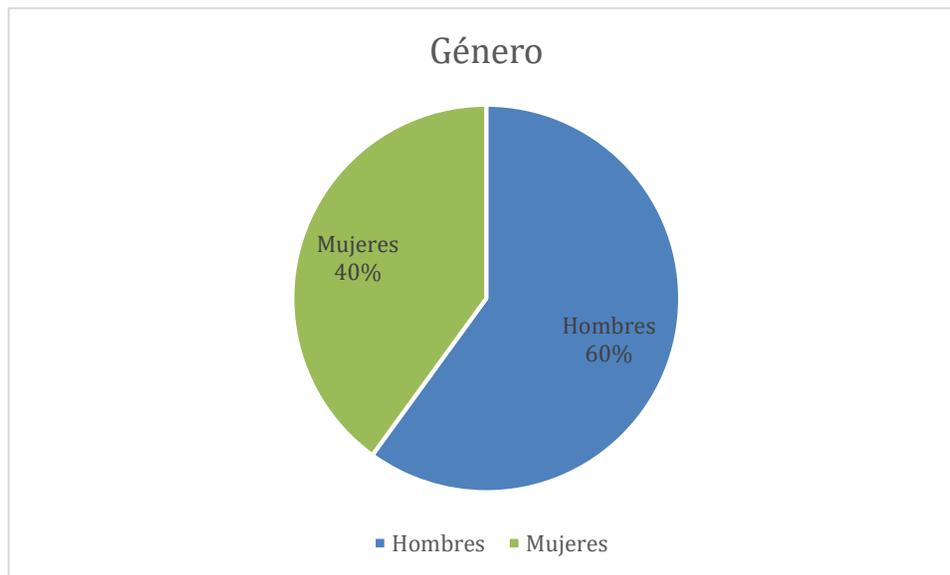
Ningún material fuera de los disponibles en el servicio de urgencias del Hospital General de México.

RESULTADOS

Se ingresaron al estudio un total de 20 pacientes con diagnóstico de anemia, con indicación de transfusión según la AABB (Asociación Americana de Bancos de Sangre).

Gráfico N.º 1

DATOS DEMOGRÁFICOS DE LOS PACIENTES TRANSFUNDIDOS EN EL SERVICIO DE URGENCIAS DEL HOSPITAL GENERAL DE MÉXICO 2017.



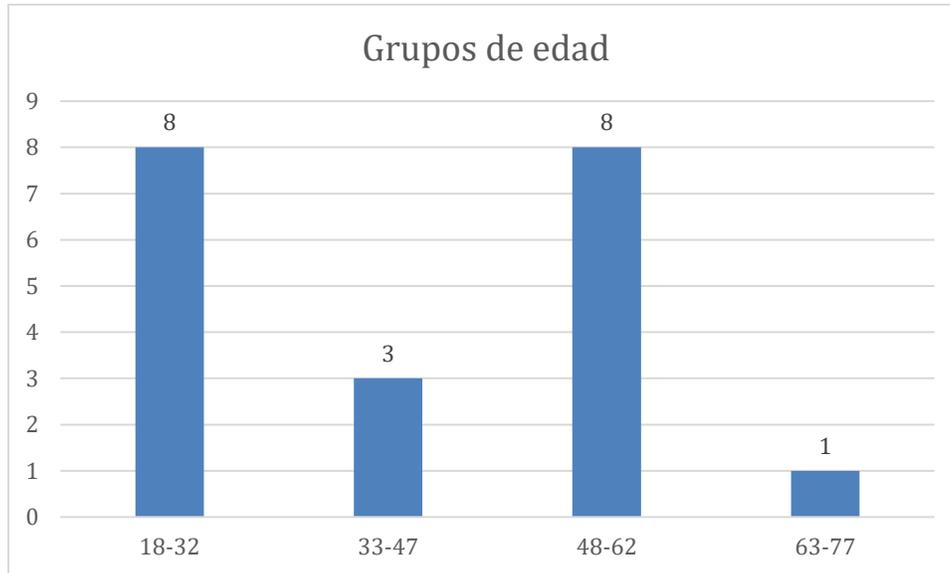
Fuente: tabla 1

Elaborado: Ojeda E.

Interpretación: De la muestra total de 20 pacientes, 8 fueron mujeres, que equivalen al 40%, y 12 hombres (60%).

Gráfico N.º 2

DISTRIBUCIÓN DE LA MUESTRA POR EDAD



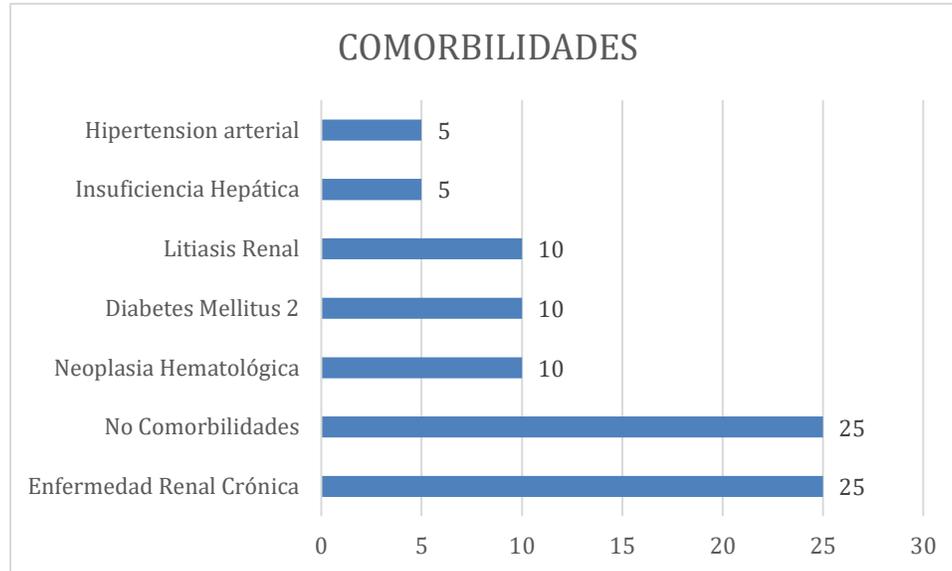
Fuente: tabla 1

Elaborado: Ojeda E.

Interpretación: La edad media fue de 41.75 años, con desviación estándar de 15.02, con edades que oscilan entre valores mínimo de 21 años y máximo de 74 años. Los grupos de 18-32 y 48-62 representan los más numerosos, con 40% del total de pacientes cada uno. El grupo de 33-47 años representa el 15% del total, y el grupo de 63-77 años representa el 5%.

Gráfico N.º 3

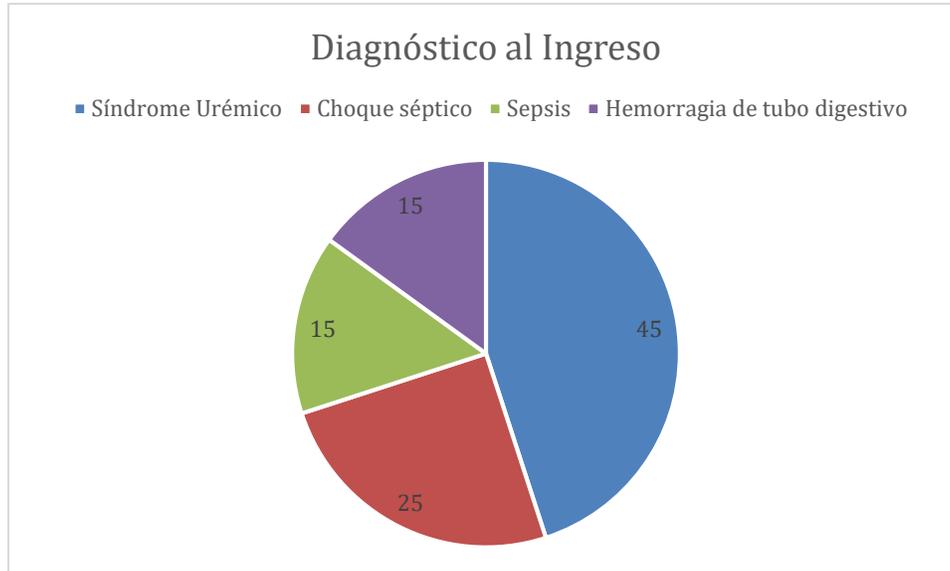
COMORBILIDADES DE LA POBLACIÓN TRANSFUNDIDA EN PORCENTAJES



Fuente: tabla 1

Elaborado: Ojeda E.

Interpretación: 5 pacientes (25%) no presentaron comorbilidades; 5 (25%) con enfermedad renal crónica en tratamiento sustitutivo de la función renal con hemodiálisis; 2 (10%) con litiasis renal; 2 (10%) con neoplasia hematológica; 2 (10%) con enfermedad renal crónica e hipertensión arterial; 2 (10%) con diabetes mellitus 2, enfermedad renal crónica e hipertensión arterial; 1 (5%) con insuficiencia hepática; 1 (5%) con diabetes mellitus 2 y enfermedad renal crónica.

Gráfico N.º 4**DIAGNÓSTICOS AL INGRESO DE LOS PACIENTES TRANSFUNDIDOS**

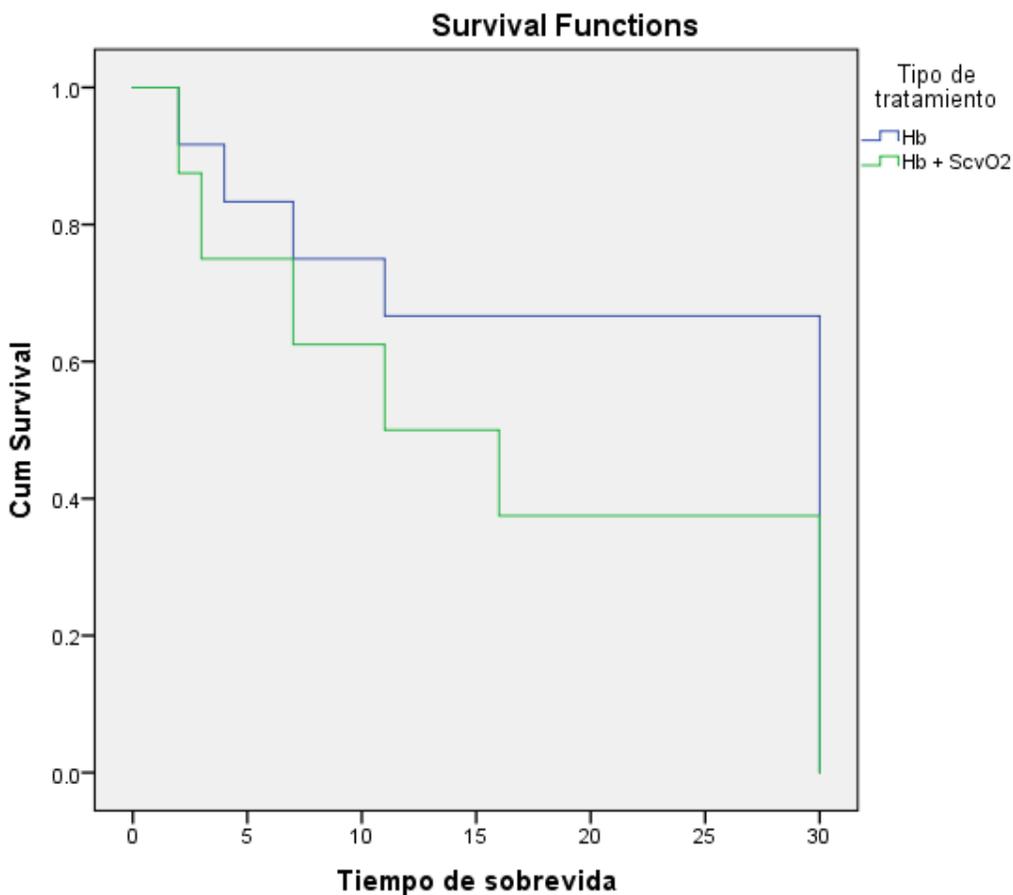
Fuente: tabla 1

Elaborado: Ojeda E.

Interpretación: En cuanto al diagnóstico de ingreso, 9 pacientes (45%) presentaron síndrome urémico, con diversas manifestaciones; 5 (25%) se catalogaron como choque séptico, de los cuales 3 pacientes (60%) de origen de tejidos blandos y 2 (40%) de origen urinario; 3 (15%) diagnosticado de sepsis, de los cuales 2 fueron de origen urinario y uno de origen abdominal; 3 (15%) con diagnóstico de hemorragia de tubo digestivo alto.

Gráfico N.º 5

SOBREVIDA DE GRUPOS TRANSFUNDIDOS



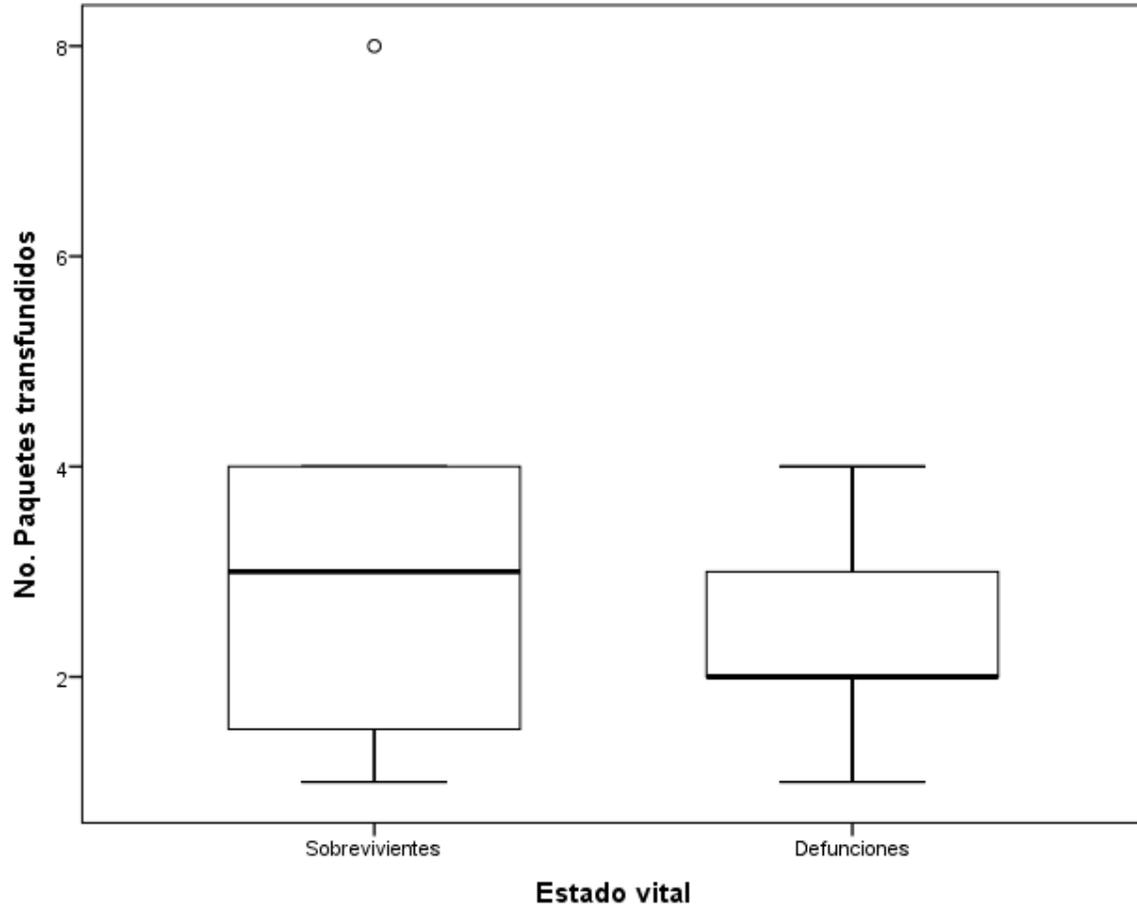
Fuente: tabla 2

Elaborado: Ojeda E.

Interpretación: La indicación de transfusión según Hemoglobina o Hemoglobina más Saturación venosa central de O2 no modifica la supervivencia por Kaplan Meier (p=0.241).

Gráfico N.º 6

NUMERO DE PAQUETES EN GRUPOS TRANSFUNDIDOS



Fuente: tabla 3

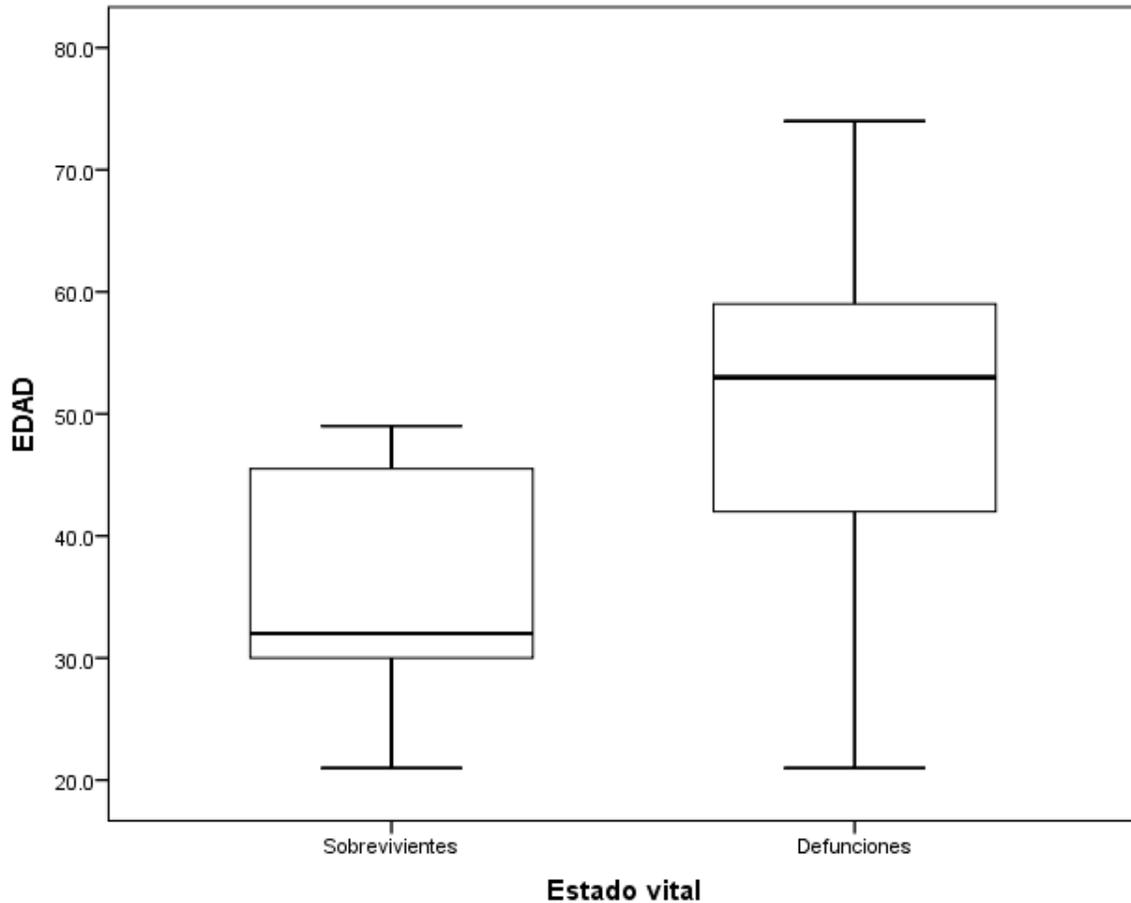
Elaborado: Ojeda E.

Interpretación: Los pacientes que sobrevivieron recibieron más concentrados eritrocitarios, sin alcanzar significancia estadística (3.09 DE 2.02 vs 2.44 DE 1.13; $p= 0.405$).

Se realizó un análisis multivariado a través de regresión logística multinomial utilizando la mortalidad como variable dependiente, encontrándose los siguientes valores:

Gráfico N.º 7

RELACIÓN ENTRE SOBREVIDA Y EDAD



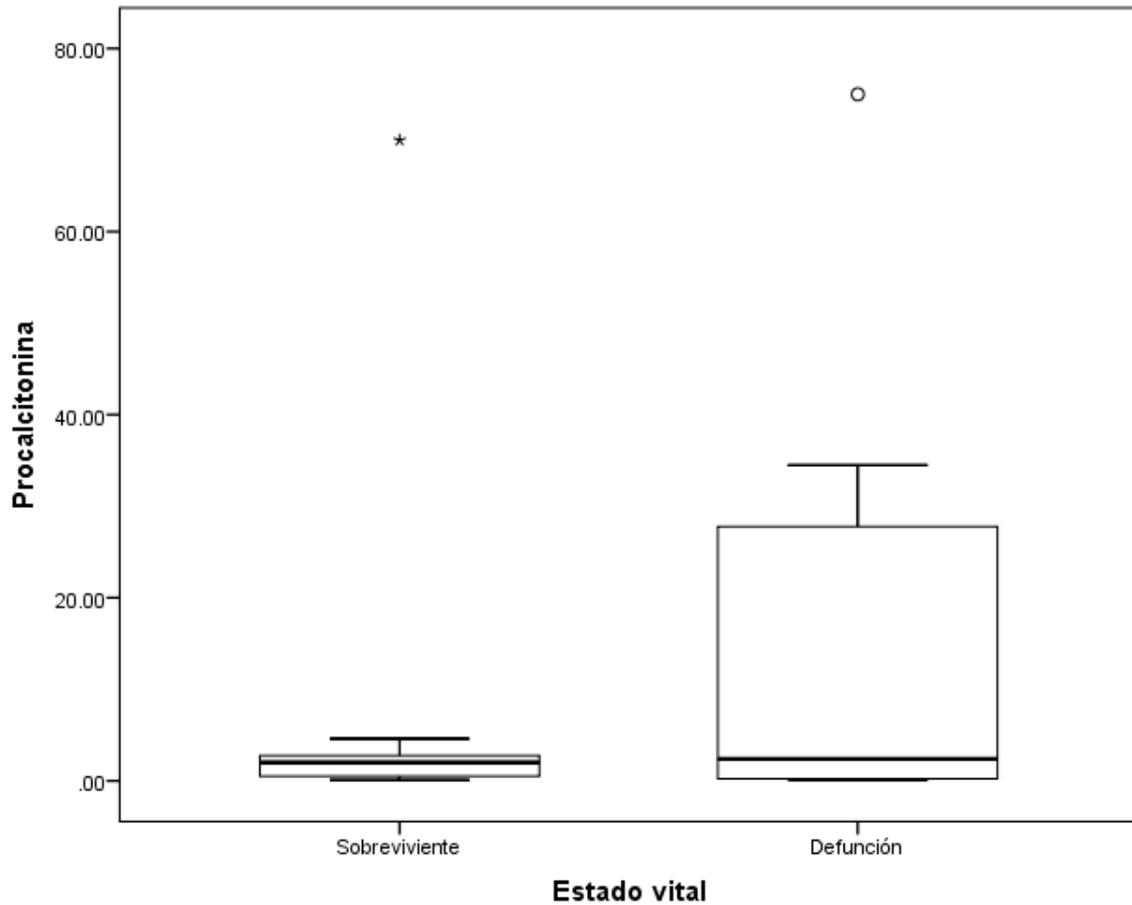
Fuente: tabla 4

Elaborado: Ojeda E.

Interpretación: La edad es menor en los pacientes sobrevivientes transfundidos, en comparación con los fallecidos, encontrándose esta relación con significancia estadística ($p < 0.001$).

Gráfico N.º 8

RELACIÓN ENTRE SOBREVIDA Y PROCALCITONINA



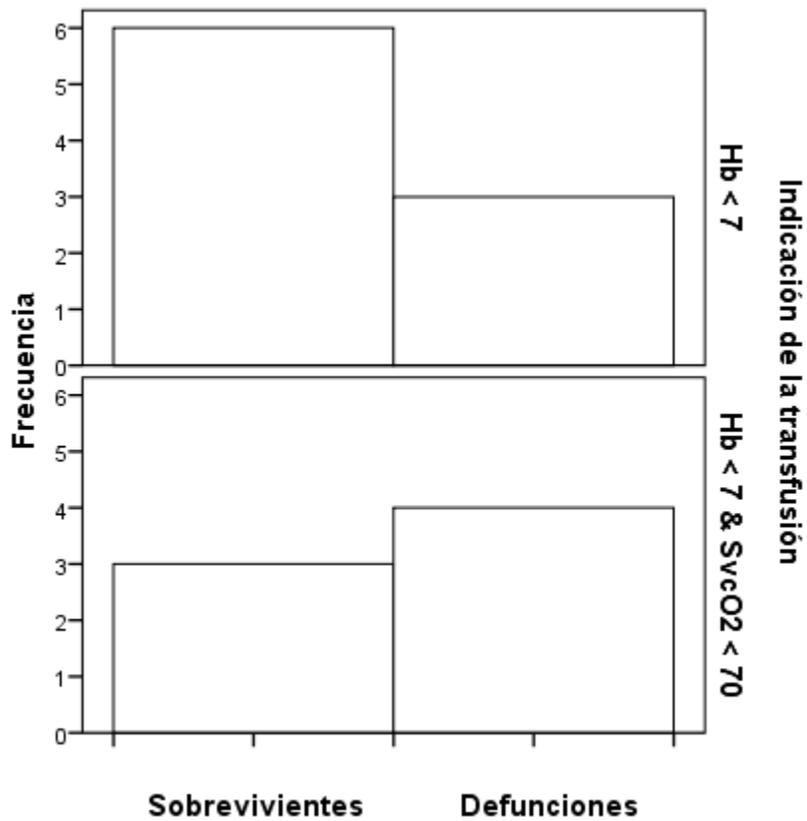
Fuente: tabla 4

Elaborado: Ojeda E.

Interpretación: Los niveles de procalcitonina son mayores en los pacientes fallecidos transfundidos, en comparación con los sobrevivientes, alcanzando significancia estadística ($p=0.001$)

Gráfico N.º 9

RELACIÓN ENTRE SOBREVIVIDA Y GRUPO TRANSFUNDIDO



Fuente: tabla 4

Elaborado: Ojeda E.

Interpretación: El grupo que se transfundió por Hb < 7 tuvo una mayor proporción de sobrevivientes en comparación con el grupo que se transfundió con Hb < 7 y SvcO2 < 70%.

DISCUSIÓN.

En nuestra población se observó que el 60% de los pacientes correspondió al género masculino, mientras que el 40% restante al género femenino. Esta cifra guarda relación con el estudio canadiense de Hébert y colaboradores ⁽³⁾, en el cual el género masculino fue el más prevalente, tanto en el grupo de transfusión restrictiva, con 64% (269 pacientes), como en el grupo de transfusión liberal, con 61% (255 pacientes). En el estudio TRISS ⁽⁵¹⁾, que analiza a pacientes sépticos y la mortalidad a los 90 días en relación a la indicación de transfusión sanguínea con límites restrictivos (menores a 7g/dl) y límites liberales (menores a 9g/dl) de hemoglobina, el género masculino también es el más prevalente, con 54% de los pacientes. Esta información nos puede sugerir que el género masculino guarda mayor predilección a recibir transfusiones sanguíneas, ya sea por el estado de gravedad al ingreso, como de comorbilidades.

La edad demostró ser una variable interesante, ya que al parecer los más jóvenes sean los pacientes, mayor probabilidad de supervivencia presentan. La media de edad fue de 41.75 años, que se acerca a la media de edad del estudio TRICC ⁽³⁾ que fue de 57.1 años en el grupo restrictivo y de 58.1 años en el grupo liberal; mientras que la media de edad del estudio TRISS ⁽⁵¹⁾ fue de 67 años. En el análisis multivariado de la población de este estudio utilizando la mortalidad como variable dependiente se observó que la edad es menor en los pacientes sobrevivientes que se transfundieron, en comparación con los fallecidos, encontrándose esta relación con significancia estadística ($p < 0.001$).

En cuanto a las comorbilidades, se encontró que la mayoría de los pacientes en este estudio padecían de enfermedad renal crónica con requerimiento sustitutivo de la función renal con hemodiálisis, con el 25% del total; 10% de los pacientes presentaron diabetes mellitus 2, 10% litiasis renal, 10% neoplasia hematológica, 5% insuficiencia hepática y 5% hipertensión arterial. Estas comorbilidades se relacionan poco con las que presentaron los pacientes en el estudio de Holst y colaboradores ⁽⁵¹⁾ en las que en ambos grupos predominaban las enfermedades pulmonares crónicas (22.1% y 20.6% en grupo restrictivo y liberal respectivamente). Sin

embargo, se relaciona con el porcentaje de neoplasias hematológicas encontradas (7.8% en grupo restrictivo y 7.3% en grupo liberal). De los 2 pacientes que presentaron neoplasias hematológicas asociadas, 1 presentó linfoma no Hodgkin y 1 mieloma, que se relacionan con los diagnósticos más frecuentes del grupo de estudio de Mirouse (52) con prevalencia del linfoma no Hodgkin del 25.2% y de mieloma del 12.4% del total de los pacientes.

En esta investigación, el diagnóstico más frecuente fue de síndrome urémico (45%), seguido de choque séptico con 25%, con foco urinario en 3 casos y de tejidos blandos en 2 casos, a diferencia de la población del estudio TRISS⁽⁵¹⁾ en la que se encontró mayor predilección por el foco pulmonar (53.2% para el grupo restrictivo y 52.2% para el liberal), mientras que el foco de tejidos blandos presentó 11.8% y 11.9% para los grupos restrictivo y liberal respectivamente, y el foco urinario tuvo el 11.6%(restrictivo) y 12.3% (liberal) de los pacientes.

La supervivencia de los pacientes transfundidos por límite de saturación venosa central de oxígeno observada en la curva de Kaplan Meier se encuentra inferior comparada con la supervivencia del grupo de pacientes transfundidos por indicación según límites de hemoglobina, sin embargo, no alcanza significancia estadística ($p=0.241$), lo que significa que no se ha demostrado que la indicación de transfusión por saturación venosa central de oxígeno incida en la mortalidad. Probablemente la menor supervivencia observada en este grupo se deba a que los pacientes se encuentran más graves, con alteraciones en la entrega y consumo de oxígeno y por ende fallecen en mayor proporción. Actualmente no existen datos sólidos acerca del objetivo de la terapia de transfusión que incluyan parámetros fisiológicos como DO_2 medido por un catéter de Swan-Ganz o localmente con espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS), consumo global de oxígeno (VO_2), lactato sanguíneo, saturación venosa mixta de O_2 (SvO_2), $SvcO_2$, tejido Saturación de O_2 y tasa de extracción de O_2 ⁽⁵³⁾. Sin embargo, Rivers y colaboradores⁽⁵⁴⁾ en los pacientes con sepsis grave y choque séptico asignados a monitoreo de la $SvcO_2$ fueron también asignados a recibir tratamiento con ventilación mecánica, bolo de fluidos, drogas vasoactivas y transfusiones sanguíneas para mantener la $SvcO_2$ por

encima de 70%, con disminución de la mortalidad en 16%. La contribución específica de las transfusiones de glóbulos rojos no estaba clara en este estudio

Curiosamente los pacientes con mayor número de paquetes eritrocitarios transfundidos presentaron mejor supervivencia, sin embargo no alcanza significancia estadística ($p=0,405$) y esto quizás sea a que la mayoría de pacientes presentaba comorbilidades que predisponían a la anemia (como la enfermedad renal crónica), la cual incide en la gravedad del paciente al ingreso, y que al tratar esta alteración, mejoraría la probabilidad de egreso y sobrevida, sin embargo haría falta realizar estudios que prueben o rechacen esta teoría.

El análisis multivariado a través de regresión logística multinomial utilizando la mortalidad como variable dependiente, encontró significancia global $p = 0.001$, que depende de las variables edad, procalcitonina y hemoglobina al ingreso. Esto indica que la contribución de dichas variables interviene en la supervivencia global.

CONCLUSIONES.

Los resultados de Rivers sugieren que la terapia de transfusión guiada por SvcO₂ en pacientes sépticos puede ser útil, pero en nuestra población, la cual incluye otros pacientes no sépticos, no se ha logrado demostrar que la SvcO₂ sea un límite transfusional que incida en la supervivencia.

La causa más común de transfusión sanguínea en pacientes que ingresan al servicio de urgencias en el Hospital General de México de marzo a mayo del 2017 es la enfermedad renal crónica en tratamiento sustitutivo de la función renal con hemodiálisis. Esto sugiere que gran parte de la población atendida en el servicio de urgencias con este diagnóstico requiere de al menos una transfusión sanguínea, lo cual indica que se requieren mayores recursos hospitalarios para brindar el tratamiento.

La relación entre sobrevida y número de paquetes transfundidos durante la estancia hospitalaria sugiere que los sobrevivientes requieren mayor número de paquetes de glóbulos rojos, sin embargo, no alcanza significancia estadística, por lo que se propone realizar una investigación más amplia, que incluya a todos los servicios hospitalarios que realizan transfusiones sanguíneas.

Se requiere una investigación de mayor población, con más estudios clínicos, para demostrar la fiabilidad y aplicabilidad clínica de la SvcO₂ antes de empezar a usarla en la cabecera del paciente, lo que ayudará a los médicos a decidir con precisión cuándo transfundir pacientes y poder establecerla como medida universal para el manejo transfusional.

BIBLIOGRAFÍA

Referencias bibliográficas

1. Wang JK, Klein HG. Red blood cell transfusion in the treatment and management of anaemia: the search for the elusive transfusion trigger. *Vox Sang* 2010; 98:2.
2. Consensus conference. Perioperative red blood cell transfusion. *JAMA* 1988; 260:2700.
3. Hébert PC, Wells G, Blajchman MA, et al: A multicenter, randomized, controlled clinical trial of transfusion requirements in critical care. Transfusion Requirements in Critical Care Investigators, Canadian Critical Care Trials Group. *N Engl J Med* 1999; 340:409–417.
4. Vincent JL, Baron JF, Reinhart K, Gattinoni L, Thijs L, Webb A, MeierHellmann A, Nollet G, Peres-Bota D: Anemia and blood transfusion in critically ill patients. *JAMA* 2002, 288:1499-1507.
5. O'Driscoll BR, Howard LS, Earis J, et al. BTS guideline for oxygen use in adults in healthcare and emergency settings. *Thorax* 2017; 72:ii1.
6. Hansen JE, Sue DY, Wasserman K. Predicted values for clinical exercise testing. *Am Rev Respir Dis* 1984; 129:S49.
7. Covelli HD, Nesson VJ, Tuttle WK 3rd. Oxygen derived variables in acute respiratory failure. *Crit Care Med* 1983; 11:646
8. Trachsel D, McCrindle BW, Nakagawa S, Bohn D. Oxygenation index predicts outcome in children with acute hypoxemic respiratory failure. *Am J Respir Crit Care Med* 2005; 172:206.
9. Cain SM. Acute lung injury. Assessment of tissue oxygenation. *Crit Care Clin* 1986; 2:537.

10. Klein HG, Spahn DR, Carson JL: Red blood cell transfusion in clinical practice. *Lancet* 2007; 370:415–426.
11. Harvey S, Harrison DA, Singer M, Ashcroft J, Jones CM, Elbourne D, Brampton W, Williams D, Young D, Rowan K. Assessment of the clinical effectiveness of pulmonary artery catheters in management of patients in intensive care (PAC-MAN): a randomised controlled trial. *Lancet* 2005;366:472–477.
12. Vincent JL, Pinsky MR, Sprung CL, Levy M, Marini JJ, Payen D, Rhodes A, Takala J. The pulmonary artery catheter: in medio virtus. *Crit Care Med* 2008;36:3093–3096.
13. Meyer S, Todd D, Wright I, Gortner L, Reynolds G. Review article: noninvasive assessment of cardiac output with portable continuous-wave Doppler ultrasound. *Emerg Med Australas* 2008;20:201–208.
14. Pope JV, Jones AE, Gaieski DF, Arnold RC, Trzeciak S, Shapiro NI. Multicenter study of central venous oxygen saturation (Scvo(2)) as a predictor of mortality in patients with sepsis. *Ann Emerg Med* 2010; 55:40–46 e41.
15. Walley KR. Use of central venous oxygen saturation to guide therapy. *Am J Respir Crit Care Med* 2011;184:514–520.
16. Ho KM, Harding R, Chamberlain J, Bulsara M. A comparison of central and mixed venous oxygen saturation in circulatory failure. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2010;24:434–439.
17. Lorentzen AG, Lindskov C, Sloth E, Jakobsen CJ. Central venous oxygen saturation cannot replace mixed venous saturation in patients undergoing cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2008;22:853–857.
18. Kopterides P, Bonovas S, Mavrou I, Kostadima E, Zakyntinos E, Armaganidis A. Venous oxygen saturation and lactate gradient from superior vena cava to pulmonary artery in patients with septic shock. *Shock* 2009;31:561–567.

19. Ronco JJ, Fenwick JC, Tweeddale MG, Wiggs BR, Phang PT, Cooper DJ, Cunningham KF, Russell JA, Walley KR. Identification of the critical oxygen delivery for anaerobic metabolism in critically ill septic and nonseptic humans. *JAMA* 1993;270:1724–1730.
20. WHO. Haemoglobin concentrations for the diagnosis of anaemia and assessment of severity. Vitamin and Mineral Nutrition Information System. Geneva, World Health Organization, 2011 (WHO/NMH/NHD/MNM/11.1).
21. Carson JL, Duff A, Poses RM, et al. Effect of anaemia and cardiovascular disease on surgical mortality and morbidity. *Lancet* 1996; 348:1055.
22. Carson JL, Noveck H, Berlin JA, Gould SA. Mortality and morbidity in patients with very low postoperative Hb levels who decline blood transfusion. *Transfusion* 2002; 42:812.
23. Shander A, Javidroozi M, Naqvi S, et al. An update on mortality and morbidity in patients with very low postoperative hemoglobin levels who decline blood transfusion (CME). *Transfusion* 2014; 54:2688.
24. Wu WC, Schiffner TL, Henderson WG, et al. Preoperative hematocrit levels and postoperative outcomes in older patients undergoing noncardiac surgery. *JAMA* 2007; 297:2481.
25. Carson JL, Stanworth SJ, Roubinian N, et al. Transfusion thresholds and other strategies for guiding allogeneic red blood cell transfusion. *Cochrane Database Syst Rev* 2016; 10:CD002042.
26. Nguyen BV, Bota DP, Mélot C, Vincent JL. Time course of hemoglobin concentrations in nonbleeding intensive care unit patients. *Crit Care Med.* 2003;31(2):406–10.
27. Fink MP: Pathophysiology of intensive care unit-acquired anemia. *Crit Care* 2004, 8(Suppl 2):S9-10.

28. Weiskopf RB, Kramer JH, Viele M, Neumann M, Feiner JR, Watson JJ, Hopf HW, Toy P: Acute severe isovolemic anemia impairs cognitive function and memory in humans. *Anesthesiology* 2000; 92:1646–1652.
29. Practice Guidelines for blood component therapy: A report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Blood Component Therapy. *Anesthesiology* 1996; 84:732.
30. Retter A, Wyncoll D, Pearse R, et al. Guidelines on the management of anaemia and red cell transfusion in adult critically ill patients. *Br J Haematol* 2013; 160:445.
31. Clinical Practice Guidelines: Appropriate Use of Red Blood Cells. 2001. http://www.anzsb.org.au/publications/documents/UseRedBlood_001.pdf (Accessed on September 08, 2011).
32. Napolitano LM, Kurek S, Luchette FA, et al. Clinical practice guideline: red blood cell transfusion in adult trauma and critical care. *Crit Care Med* 2009; 37:3124.
33. Hamm CW, Bassand JP, Agewall S, et al. ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation: The Task Force for the management of acute coronary syndromes (ACS) in patients presenting without persistent ST-segment elevation of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J* 2011; 32:2999.
34. Society of Thoracic Surgeons Blood Conservation Guideline Task Force, Ferraris VA, Brown JR, et al. 2011 update to the Society of Thoracic Surgeons and the Society of Cardiovascular Anesthesiologists blood conservation clinical practice guidelines. *Ann Thorac Surg* 2011; 91:944.
35. Carson JL, Guyatt G, Heddle NM, et al. Clinical Practice Guidelines From the AABB: Red Blood Cell Transfusion Thresholds and Storage. *JAMA* 2016; 316:2025.

36. Qaseem A, Humphrey LL, Fitterman N, et al. Treatment of anemia in patients with heart disease: a clinical practice guideline from the American College of Physicians. *Ann Intern Med* 2013; 159:770.
37. Corwin HL, Gettinger A, Pearl RG, Fink MP, Levy MM, Abraham E, MacIntyre NR, Shabot MM, Duh MS, Shapiro MJ: The CRIT Study: anemia and blood transfusion in the critically ill: current clinical practice in the United States. *Crit Care Med* 2004, 32: 39-52.
38. Carson JL, Stanworth SJ, Roubinian N, et al. Transfusion thresholds and other strategies for guiding allogeneic red blood cell transfusion. *Cochrane Database Syst Rev* 2016; 10:CD002042.
39. Sugai Y, Sugai K, Fuse A. Current status of bacterial contamination of autologous blood for transfusion. *Transfus Apher Sci* 2001; 24:255.
40. Kuehnert MJ, Roth VR, Haley NR, et al. Transfusion-transmitted bacterial infection in the United States, 1998 through 2000. *Transfusion* 2001; 41:1493.
41. Phelps R, Robbins K, Liberti T, et al. Window-period human immunodeficiency virus transmission to two recipients by an adolescent blood donor. *Transfusion* 2004; 44:929.
42. Alter HJ, Purcell RH, Shih JW, et al. Detection of antibody to hepatitis C virus in prospectively followed transfusion recipients with acute and chronic non-A, non-B hepatitis. *N Engl J Med* 1989; 321:1494.
43. Pomper GJ, Wu Y, Snyder EL. Risks of transfusion-transmitted infections: 2003. *Curr Opin Hematol* 2003; 10:412.
44. Yomtovian R, Gernsheimer T, Assmann SF, et al. WBC reduction in RBC concentrates by prestorage filtration: multicenter experience. *Transfusion* 2001; 41:1030.

45. Blumberg N, Heal JM, Gettings KF. WBC reduction of RBC transfusions is associated with a decreased incidence of RBC alloimmunization. *Transfusion* 2003; 43:945.
46. Oakley FD, Woods M, Arnold S, Young PP. Transfusion reactions in pediatric compared with adult patients: a look at rate, reaction type, and associated products. *Transfusion* 2015; 55:563.
47. Sazama K, DeChristopher PJ, Dodd R, et al. Practice parameter for the recognition, management, and prevention of adverse consequences of blood transfusion. College of American Pathologists. *Arch Pathol Lab Med* 2000; 124:61.
48. Koda Y, Watanabe Y, Soejima M, et al. Simple PCR detection of haptoglobin gene deletion in anhaploglobinemic patients with antihaptoglobin antibody that causes anaphylactic transfusion reactions. *Blood* 2000; 95:1138.
49. Brittenham GM. Iron-chelating therapy for transfusional iron overload. *N Engl J Med* 2011; 364:146.
50. Callum J, Lin Y, Pinkerton P, et al. *Bloody easy 3: blood transfusions, blood alternatives and transfusion reactions. A guide to transfusion medicine third edition; Ontario Regional Blood Coordinating Network (2011).*
51. Holst LB, Haase N, Wetterslev J, Wernerman J, Guttormsen AB, Karlsson S, et al. Lower versus higher hemoglobin threshold for transfusion in septic shock. *N Engl J Med*. 2014;371(15):1381–91.
52. Mirouse A, Resche-Rigon M, Lemiale V, Mokart D, Kouatchet A, Mayaux J, Vincent F, Nyunga M, Bruneel F, Rabbat A, Lebert C, Perez P, Renault A, Meert AP, Benoit D, Hamidfar R, Jourdain M, Darmon M, Azoulay E, Pène F; Groupe de Recherche sur la Réanimation Respiratoire en Onco-Hématologie. Red blood cell transfusion in the resuscitation of septic patients with hematological malignancies. *Ann Intensive Care*. 2017 Dec;7(1):62.

53. Vallet B, Robin E, Lebuffe G. Venous oxygen saturation as a physiologic transfusion trigger. Crit Care. 2010;4:213.
54. Rivers E, Nguyen B, Havstad S, Ressler J, Muzzin A, Knoblich B, Peterson E, Tomlanovich M. Early goal-directed therapy in the treatment of severe sepsis and septic shock. N Engl J Med. 2001;4:1368–1377.

ANEXOS

ANEXO 1

Tabla 1. Características basales.

Variables Demográficas y Comorbilidades	
Género	
Hombres	12
Mujeres	8
Edad (años)	
18-32	8
33-47	3
48-62	8
63-77	1
Diagnosticos:	
Síndrome urémico	9
Choque séptico	5
Tejidos blandos	3
Urinario	2
Sepsis	3
Urinario	2
Abdominal	1
Hemorragia de tubo digestivo alto	3
Comorbilidades	
ERC	5
ERC+HTA+DM2	2
ERC+HTA	2
ERC+DM2	1
Insuficiencia hepática	1
Litiasis renal	2
Neoplasia hematológica	2
Sin comorbilidades	5
Diagnóstico al ingreso	
Síndrome urémico	9
Choque séptico	5
Sepsis	3
Hemorragia de tubo digestivo alto	3

Tabla 2. Mortalidad a 30 días

Sobrevida 30 días	
Vivo	11
Hb	8
Hb+SvcO2	3
Fallece	9
Hb	4
Hb+SvcO2	5

Tabla 3. Análisis por supervivencia.

Variable	Sobrevivientes	Defunciones	P
Edad	36.0 (9.9)	48.8 (17.7)	0.056
Días de hospitalización	9.9 (8.7)	7 (4.8)	0.383
Hb basal	5.6 (1.6)	5.3 (1.7)	0.714
SatvO2 basal	73.3 (11.9)	70.2 (10.5)	0.553
Hb < 7 (%)	82%	78%	0.833
SatvO2 < 70%	27%	56%	0.220
SOFA	6.4 (1.8)	8.4 (3.3)	0.091
Procalcitonina	7.9 (20.6)	18.1 (25.3)	0.334
Hemoglobina	6.2 (1.5)	7.3 (1.8)	0.186
Delta CO2	3.2 (3.1)	2.2 (5.4)	0.628
Número de paquetes transfundidos	3.1 (2)	2.4 (1.1)	0.405

Tabla 4. Análisis multivariado

Variable	Razón de verosimilitud	P
Edad	17.9	< 0.001*
Procalcitonina	10.8	0.001*
Hemoglobina	14.1	< 0.001*
SatvO2	<0.001	1.0
SOFA	<0.001	1.0
Número de paquetes transfundidos	<0.001	0.999

ANEXO 2

HOJA INDIVIDUAL DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Número de expediente:

Edad:

Género:

Fecha de ingreso:

Variable	valor	variable	valor	variable	Valor
Hb antes de transfusión		Hb después de transfusión		SOFA	
Hto antes de transfusión		Hto después de transfusión		Creatinina al ingreso	
SVcO2 antes de transfusión		SVcO2 después de transfusión		Creatinina a las 12 horas	
Lactato antes de transfusión		Lactato después de transfusión		Plaquetas	
Patologías Previas					
Sobrevida a los 30 días					