

## TRANFUSIONES EN LOS PACIENTES TRAUMATIZADOS

*Dra. Adriana López Quintana, DMTV*

[alopezquintana@adinet.com.uy](mailto:alopezquintana@adinet.com.uy)

[info@laveccs.org](mailto:info@laveccs.org)

La transfusión de sangre y hemoderivados tiene múltiples indicaciones en los pacientes traumatizados incluyendo el aumento de la capacidad de transporte de oxígeno (pérdida de glóbulos rojos, disminución de la concentración de hemoglobina, pobre perfusión tisular), la optimización de la hemostasis y el mantenimiento del volumen circulante y de la presión arterial en los pacientes hipovolémicos.

Las transfusiones son una forma simple de trasplante y por lo tanto no carecen de posibles complicaciones. Sin embargo, en muchos casos la hemoterapia puede ser la diferencia entre la vida y la muerte, por lo que la administración de productos sanguíneos no debe ser nunca limitada por los riesgos potenciales. Por el contrario debe ser realizada siempre que exista una indicación real sopesando los riesgos.

En la actualidad contamos con la posibilidad de administrar sangre entera fresca o estoqueada y hemoderivados. El uso de los hemoderivados permite la administración de agentes específicos para cada condición o patología, minimiza las posibilidades de sensibilización y la presentación de reacciones adversas inmunomediadas o no, previene en ciertos casos la sobrecarga de volumen y permite un mejor aprovechamiento de la sangre obtenida de un donante.

A continuación detallaremos cuales son las indicaciones para la transfusión de hemoderivados en los pacientes traumatizados y cuales las precauciones y recomendaciones para minimizar los riesgos potenciales.

### ELECCIÓN E INDICACIÓN DE HEMODERIVADOS EN LOS PACIENTES TRAUMATIZADOS

La elección del producto sanguíneo más apropiado para un paciente en particular se basa en la condición del paciente, la presencia o no de enfermedades subyacentes, el estado ácido base, los objetivos de la transfusión y por supuesto la disponibilidad de los diferentes hemoderivados.

#### 1. CÉLULAS ROJAS

La supervivencia a largo plazo de los pacientes traumatizados está dada por la habilidad de los tejidos de producir ATP en cantidades suficientes para mantener el metabolismo celular aumentado. El trauma causa daño celular, por lo que el metabolismo celular se ve seriamente incrementado en un intento de recuperar y mantener la homeostasis y reparar los tejidos injuriados.

La producción eficiente de energía depende del metabolismo aeróbico por lo tanto la clave de un tratamiento exitoso a largo plazo de los pacientes traumatizados está en nuestra capacidad revertir el estado de shock y la hipoxemia tisular a través de la mejora en la entrega de oxígeno y nutrientes a los tejidos.

Múltiples factores afectan la entrega de oxígeno a las células, en términos generales la distribución de oxígeno a los tejidos ( $DO_2$ ) depende del contenido de oxígeno arterial ( $CaO_2$ ) del débito cardíaco y del flujo adecuado en los diferentes lechos capilares. Aunque el  $CaO_2$  depende de la entrega de oxígeno a los alvéolos ( $FiO_2$ ) y de un intercambio de gases efectivo a través de la membrana alvéolo-capilar ( $V/Q$ ), más del 98% del la capacidad de transporte de oxígeno de la sangre está supeditada a la presencia de hemoglobina.

$$CaO_2 = (1.34 \times Hb \times SaO_2) + (0.003 \times PaO_2)$$

Hb: hemoglobina

SaO<sub>2</sub>: Porcentaje de saturación de la Hb

PaO<sub>2</sub>: presión parcial de

oxígeno arterial

Como se deriva de la fórmula a cualquier porcentaje de saturación el contenido de oxígeno sanguíneo y la consecuente capacidad de entrega se ve intensamente afectada por el contenido de hemoglobina. La definición estricta de anemia refiere así a la concentración de hemoglobina que debe ser mantenida por encima de 7g/dl.

#### The transfusion trigger

Dado el incremento de los requerimientos de energía de los tejidos injuriados y la evidente mayor eficiencia de la respiración aeróbica respecto de la anaeróbica (38 ATP versus 2 ATP por molécula de glucosa), la limitación de la entrega y utilización del oxígeno contribuye en forma directa a la morbilidad y mortalidad de los pacientes traumatizados. La pérdida de glóbulos rojos y de volumen circulante efectivo lleva rápidamente a hipoxia tisular en los pacientes hemorrágicos. Una vez que se implemente la restitución de volumen la capacidad arterial de transporte de oxígeno podrá ser restituida mediante el reemplazo de hemoglobina. La transfusión de GR homólogos o autólogos o la administración de HBOCs (soluciones transportadoras de oxígeno basadas en hemoglobina) para incrementar concentración de hemoglobina circulante es muchas veces fundamental.

La pérdida aguda de glóbulos rojos es muchas veces difícil de cuantificar inicialmente. Cuando se pierde sangre entera la proporción de eritrocitos respecto al volumen plasmático permanece invariable por lo que no se reflejará inmediatamente en el hematocrito. Más aún, en los perros existe una respuesta fisiopatológica a la pérdida aguda de sangre que provee glóbulos rojos concentrados por contracción esplácnica lo que produce un incremento agudo del Hto. La presencia de Hto. elevado en conjunción con una disminución de los sólidos totales debe hacer sospechar la presencia de hemorragia en el paciente traumatizado.

Por otro lado, el hematocrito caerá rápidamente al instaurar la fluidoterapia por lo que la caída abrupta del hematocrito no siempre es indicativa de hemorragia activa sino que puede ser el reflejo de la expansión de volumen.

La necesidad de transfundir células rojas en el paciente traumatizado depende siempre de su condición clínica, la decisión se basa en factores fisiopatológicos que puedan afectar la oxigenación tisular incluyendo la reserva cardiorrespiratoria, tasa y magnitud de la hemorragia y el consumo de oxígeno. Los pacientes que presentes signos de shock severo (colapso, taquicardia, taquipnea, pulso filante) conjuntamente con una tendencia a la caída del hematocrito, la hemoglobina y los sólidos totales luego de instaurada la fluidoterapia son siempre candidatos para transfusión.

Otros parámetros que pueden tomarse en cuenta son:

- Pérdida aguda de más del 30% del volumen sanguíneo (30ml/kg en perros y 20ml/kg en gatos)
  - Pérdida aguda de sangre o shock con pobre respuesta a la terapia convencional
  - Caída abrupta del hematocrito al 20% en perros y 12 – 15 % en gatos
  - Concentración de hemoglobina < 7g/dl
  - Concentración de hemoglobina > 7g/dl y < 10g/dl en presencia de hipoxia tisular o en pacientes que requieren cirugía.
- Hemorragia no controlada que no responde a la combinación de cristaloides y coloides
  - Shock hipovolémico refractario que no responde a la terapia,
    - Palidez de membranas mucosas
    - Aumento del tiempo de llenado capilar (>2 seg.)
    - FC > 180/min
    - FR > 60/min
    - Presión arterial media disminuida (<80 mmHg)
    - Presión venosa central disminuida ( $\leq 0$  cm H<sub>2</sub>O)

### **Elección del Hemoderivado para suplementar Glóbulos Rojos**

Cuando se encuentran disponibles y el costo no es una preocupación se podrá administrar HBOCs para ganar tiempo mientras se prepara la transfusión. Los HBOCs presentan la ventaja adicional de proveer hemoglobina en solución por lo que el aporte de tisular de oxígeno se ve incrementado aún en territorios capilares donde por presencia de trombos o cierre parcial de esfínteres precapilares los eritrocitos no pueden llegar.

Cuando se opta por una transfusión homóloga, la elección de un hemoderivado se basa en el concepto de obtener el máximo beneficio con el riesgo mínimo, tomando en consideración además la disponibilidad, la presencia o no de coagulopatías, el estatus hemodinámico del paciente, los órganos y sistemas lesionados y la presencia de enfermedades previas.

En los pacientes con pérdida aguda de sangre se puede administrar tanto Células Rojas Empacadas CRE como Sangre entera. Sin embargo, las CRE reducen el riesgo de la sobrecarga de volumen por lo que son una mejor opción en pacientes con antecedentes de falla cardíaca

congestiva, o en pacientes con trauma encéfalo-craneano o contusión pulmonar donde ya se hallan administrado volúmenes considerables de fluidoterapia previo a la transfusión.

La calidad de la hemoglobina suplementada también es importante, más aún en los pacientes graves. La concentración del 2,3-DPG declina rápidamente en los GR estoqueados aumentando la afinidad de la hemoglobina por el oxígeno y reduciendo así la entrega de oxígeno a nivel tisular. De acuerdo a la literatura estos GR reestablecen niveles normales de 2,3-DPG en un lapso de 12 a 48 horas. De estar disponible en los pacientes severamente comprometidos es preferible administrar GR frescos o con un estoqueado menor a 5 días.

### **Prevención de complicaciones inmunomediadas**

Las complicaciones potenciales más graves de la terapia transfusional son las reacciones inmunomediadas. Las células rojas, los leucocitos y algunos componentes plasmáticos pueden resultar antigénicos para el receptor produciendo así respuestas inmunomediadas que pueden reflejarse como anafilaxia, hemólisis aguda o demorada.

Sin embargo, las reacciones inmunomediadas más severas que pueden incluso comprometer la vida del paciente son las respuestas hemolíticas agudas que refieren a incompatibilidades de grupo sanguíneo. Los signos clínicos incluyen inquietud, fiebre, taquicardia, urticaria, vómitos, hemoglobinemia y hemoglobinuria, shock, hipotensión severa, CID, falla renal aguda y muerte. La prevención es el único tratamiento exitoso y 100% seguro.

### **Grupos sanguíneos caninos**

En los caninos se han identificado ocho a doce grupos sanguíneos diferentes, pero sólo tres son de relevancia en la clínica. Debido a la producción de potentes hemolisinas y a su mayor importancia desde el punto de vista antigénico, los perros son identificados como A negativos ( $A^-$ ) o A positivos ( $A^+$ ). Esta denominación hace referencia al locus DEA-1 (Dog Erythrocyte Antigen-1) presente en los eritrocitos caninos. Este es un sistema de tres alelos según el cual los perros pueden ser DEA-1.1 positivos, DEA-1.2 positivos, o negativos para ambos - DEA-1 negativo o  $A^-$ .

Los perros que resultan positivos tanto para el DEA1.1 como para el DEA 1.2 son considerados  $A^+$ , y representan alrededor del 50 % de la población canina. Los donantes  $A^+$ , resultan donantes seguros sólo para aquellos receptores también positivos para DEA-1, ya que estos eritrocitos serán reconocidos como “propios” en estos pacientes, sin embargo, esto requiere la tipificación adicional del receptor.

Los donantes  $A^-$  no poseen ninguna sustancia antigénica en este sitio, y por lo tanto no incitarán la formación de anticuerpos o respuesta inmunológica alguna en el receptor, denominándose por esta razón “donantes universales”. Es importante destacar que las cartillas comerciales de tipificación sólo detectan al DEA1.1 y por lo tanto un resultado negativo no identifica a un donante universal ya que podría ser positivo para el DEA1.2.

Un “donante universal” debería ser además negativo para DEA-7, antígeno que es prevalente en un 45% de la población, e induce hemólisis extravascular, acortando así la vida media de los eritrocitos donados, sin embargo, aún se discute su significado real en la clínica.

Debido a la escasa presencia de alloanticuerpos naturales en el perro, las reacciones hemolíticas en una primo-transfusión son extremadamente raras. Sin embargo, la transfusión de sangre  $A^+$  a un paciente  $A^-$ , resultará en la rápida formación de anticuerpos que reducirán la vida media de los GR donados, permitiendo la pronta recurrencia de la anemia que motivara la transfusión inicial. La formación de anticuerpos es tan rápida que permite la aparición de reacciones hemolíticas severas ante una nueva transfusión no compatible realizada tan pronto como una semana después de la transfusión inicial.

### **Grupos sanguíneos felinos**

Los gatos presentan tres grupos sanguíneos diferentes, A, B, y AB. Los gatos AB son extremadamente raros y presentan ambos antígenos siendo por lo tanto “receptores universales”. Este sistema está determinado por herencia autosómica simple, siendo A dominante sobre B, existiendo un tercer alelo responsable del grupo AB. Más del 90% de los gatos domésticos de pelo corto o largo pertenecen al grupo A. Sin embargo, la incidencia relativa del grupo B varía según las regiones geográficas, llegando a ser hasta un 40% en algunas razas puras.

A diferencia de lo que ocurre en los caninos, los gatos presentan una incidencia de aloanticuerpos naturales cercana al 100%. En los representantes del grupo B, estos anticuerpos naturales resultan ser potentes hemolisinas, lo que motiva reacciones hemolíticas intravasculares severas, que ponen en grave riesgo su vida cuando reciben sangre del grupo A o AB. La presencia de aloanticuerpos naturales desde los 16 días de edad hace inviable el concepto de primo-transfusión segura por lo que siempre deberán tipificarse donante y receptor.

### **Prueba de compatibilidad cruzada**

La tipificación de donante y receptor, el uso de donantes universales y/o donantes compatibles no previene todas las reacciones inmunomediadas por lo que siempre que sea posible debe realizarse una prueba de compatibilidad cruzada previo a la transfusión (incluso cuando se trate de sangre de donante universal o del mismo grupo sanguíneo).

La prueba de compatibilidad cruzada detecta la presencia de anticuerpos hemolisantes y/o hemoaglutinantes, identificando incompatibilidades séricas entre donante y receptor dentro y fuera de los grupos sanguíneos.

Existen dos tipos de pruebas de reactividad cruzada, identificadas como “mayor” y “menor”. La primera enfrenta los GR donantes lavados con solución salina con el plasma del receptor. Es la de mayor importancia clínica ya que un resultado positivo indica que de recibir esta transfusión el receptor aglutinará y/o hemolizará inmediatamente los eritrocitos recibidos, lo que implicaría un riesgo importante para la vida del paciente.

La prueba denominada como “menor”, al enfrentar el plasma del donante con los GR lavados del receptor, identifica la presencia de anticuerpos hemolisantes y/o hemoaglutinantes en el plasma del donante dirigidos contra los eritrocitos del receptor. Debido a que el plasma donante se “diluye” en el volumen circulante del receptor las posibles reacciones hemolíticas que se puedan dar en el receptor serán limitadas.

La forma más simple de realizar una prueba de crossmatching es llenar un tubo de micro-hematocrito con sangre del donante y otro con sangre del receptor. Ambos tubos son correctamente identificados y se centrifugan por 3 minutos. Ambos tubos se quiebran donde se delimita plasma y eritrocitos. Sobre un portaobjeto que se identifica como “compatibilidad cruzada mayor” (CM o M) se coloca una gota de plasma del receptor y una gota de GR del donante. En otro portaobjeto se realiza la prueba de compatibilidad menor (cm o m), colocando una gota de plasma del donante y una gota de GR del receptor. En otros dos portaobjetos se realizan los controles negativos, enfrentando en uno el plasma y los GR del donante (D), y en otro el plasma y los GR del receptor (R).

Se incuban todas las pruebas a temperatura ambiente durante 5 a 15 minutos, y se observan macro y microscópicamente en busca de aglutinación y/o hemólisis.

Para evitar contaminar la bolsa de sangre con múltiples punciones es conveniente que al finalizar la colecta de sangre desde el donante se vacíe la línea de colección a la bolsa se mezcle con el anticoagulante y se vuelva a llenar la línea, la cual se divide a intervalos regulares con grampas, nudos o calor. La sangre contenida en estos segmentos puede ser utilizada para la prueba de compatibilidad cruzada aunque no para tipificación por lo que el grupo del donante debe siempre figurar en el exterior de la bolsa.

### **Calculando la dosis de glóbulos rojos**

La cantidad de GR a transfundir esta siempre determinada por la habilidad del paciente de mantener la homeostasis.

Como regla general se estima que 2ml/kg de sangre entera incrementará un 1% el hematocrito del paciente, mientras que 20ml/kg de células rojas empacadas incrementará la hemoglobina en 3g o el hematocrito en 9 puntos. La dosis inicial puede ser estimada en 20ml/kg de sangre entera o 10ml/kg de células rojas empacadas. Un cálculo más certero es el siguiente:

$$\text{Volumen a transfundir en caninos} = \text{PC kg} \times 90 \text{ ml/kg} \times \frac{(\text{Hto. deseado} - \text{Hto. del paciente})}{\text{Hto. del donante}}$$

$$\text{Volumen a transfundir en felinos} = \text{PC kg} \times 35 \text{ ml/kg} \times \frac{(\text{Hto. deseado} - \text{Hto. del paciente})}{\text{Hto. del donante}}$$

Hto. del donante

$$\text{Volumen a transfundir} = \frac{\text{PC kg} \times (\text{Hb deseada} - \text{Hb del paciente}) \times 70}{\text{Hb del donante}}$$

PC: Peso Corporal

Hto.: Hematocrito

Hb: Hemoglobina

Sin embargo, cuando existe hemorragia activa los glóbulos rojos deben ser administrados en la cantidad y velocidad que sea necesaria para equiparar el déficit. En algunos casos para alcanzar esta meta podrán ser necesarias múltiples unidades de sangre homóloga y/o autotransfusión. Si se transfunde más de un volumen circulante del paciente (60 - 60ml/kg en el perro o 35 - 45ml/kg en el gato), de sangre homóloga estoqueada o por autotransfusión en 24 horas, el paciente podrá desarrollar una coagulopatía dilucional debido a la carencia de los factores de la coagulación.

En pacientes humanos que recibieron soporte transfusional masivo, se ha reportado el desarrollo de trastornos hemostáticos como resultado de una reducción en los niveles normales de los factores de la coagulación y trombocitopenia. Se recomienda por lo tanto la evaluación del perfil hemostático en los pacientes que reciben grandes volúmenes de sangre, incluyendo estimativo plaquetario, tiempo de coagulación activado (ACT), tiempo parcial de tromboplastina activado (APTT).

Los pacientes que presenten coagulopatías y aquellos en los que se prevea la necesidad de transfusiones masivas podrán recibir sangre fresca (menos de 6 horas de extraída), plasma fresco congelado o crioprecipitado para proveer tanto los factores lábiles como los estables de la coagulación.

### **Autotransfusión**

La autotransfusión de emergencia es un método efectivo, rápido ya que no requiere preparación del producto a transfundir (calentamiento) y relativamente sencillo de proveer eritrocitos y volumen circulante cuando la muerte es inminente y no existe la posibilidad de transfusiones homólogas o el tiempo de preparación es un impedimento. Este procedimiento generalmente involucra la recolección de sangre desde la cavidad torácica o abdominal en los pacientes con hemorragias cavitarias y su reinfusión a través de una vía venosa o intraósea. Este tipo de autotransfusión está dirigido, únicamente, a proveer células rojas aumentando la capacidad de transporte de oxígeno del paciente, ya que la sangre así colectada es deficiente en trombocitos y factores de la coagulación.

La reinfusión de sangre desde el tórax es relativamente más segura que la infusión de aquella colectada desde el abdomen debido a la posibilidad de contaminación fecal, urinaria, o biliar entre otras.

Las transfusiones autólogas aunque no carecen de posibles complicaciones, presentan ciertas ventajas respecto de las homólogas. No existe el riesgo de incompatibilidades o reacciones inmunomediadas, y de transmisión de enfermedades infecciosas desde el donante, su disponibilidad es inmediata y generalmente normotérmica, los niveles eritrocitarios de 2,3 difosfoglicerato son mayores que los de la sangre estoqueada, lo que determina una mayor capacidad de transporte de oxígeno a los tejidos, e implican un riesgo menor de sobrecarga de volumen.

### ***Factores a tener en cuenta al momento de realizar una autotransfusión***

El procedimiento de autotransfundir un paciente es relativamente sencillo, sin embargo, debemos tener presentes ciertos criterios básicos.

El objetivo primordial de una autotransfusión es aumentar la capacidad de transporte de oxígeno a los tejidos. El éxito del procedimiento depende, por lo tanto, de lograr aportar la mayor cantidad posible de eritrocitos sanos, minimizando los riesgos.

La hemólisis de las células sanguíneas se produce luego de una exposición prolongada a superficies serosas traumatizadas, y secundariamente a factores mecánicos como altas presiones

de vacío, trauma debido a la circulación dentro de la bomba, y exceso de exposición a la interfase aire/fluido que se presenta en el proceso de colección y reinfusión.

Para evitar las posibles complicaciones hemolíticas se recomienda descartar la sangre que haya estado en contacto con las superficies serosas por más de 4-6 horas, y minimizar el daño mecánico durante la colecta, controlando la presión de vacío y disminuyendo la interfase aire/fluido.

La presión de vacío no debería exceder los 10-15 mmHg cuando se colecta sangre desde la cavidad torácica cerrada por toracocentesis o a través de un tubo de toracotomía.

Durante la recuperación intraoperatoria desde cualquier cavidad, la presión de vacío deberá mantenerse entre 40 y 60 mmHg, minimizando también el grado de interfase aire/fluido, lo que se logra manteniendo el puntero de succión inverso en la sangre derramada, y no en la superficie de dicha colecta.

Algunos estudios realizados han concluido que la sangre autotransfusionada es en realidad menos microembólica que la sangre estoqueada. Sin embargo, debido al origen extravascular de la sangre a autotransfundir, la posibilidad de microembolias como consecuencia de la presencia de microémbolos que usualmente consisten en lípidos, lipoproteínas plasmáticas desnaturalizadas, microagregados plaquetarios y leucocitarios, y membranas eritrocitarias adheridas a fibrina, no puede ser descartada. El filtrado de la sangre es necesario para disminuir la posibilidad de esta complicación. En los perros, estos microagregados tienen un tamaño que se encuentran entre 10 y 150 $\mu$ , con un promedio de 70 $\mu$ , por lo que un filtro de 40 $\mu$  es el indicado para un correcto balance entre filtración adecuada y velocidad óptima de infusión sanguínea.

La sangre que se encuentra en contacto con las superficies serosas por más de una hora se desfibrina y pierde su capacidad de coagular. Este hecho elimina la necesidad de adicionar anticoagulante a la sangre colectada desde hemorragias de curso lento hacia la cavidad pleural o peritoneal.

Las hemorragias de curso rápido no permiten un contacto suficientemente prolongado de la sangre con las serosas que posibilite una correcta desfibrinación, y por lo tanto los anticoagulantes se vuelven necesarios. Se recomienda adicionar 1ml de ACD (ácido citrato dextrosa) o CPDA-1 (citrato fosfato dextrosa adenina) por cada 7 a 10 ml sangre.

Existe preocupación respecto a que las transfusiones autólogas podrían predisponer a coagulopatías consuntivas. El contacto inicial con las superficies serosas activa el sistema de coagulación y la fibrinólisis secundaria lleva a la hipocoagulabilidad de la sangre colectada. Además, ciertas sustancias trombotóxicas presentes en la sangre colectada, como membranas eritrocitarias y plaquetarias podrían predisponer al paciente a una coagulopatía consuntiva o ayudar a continuar el proceso ya iniciado en la cavidad pleural o peritoneal. Por esta razón, algunos autores recomiendan lavar las células rojas antes de transfundirlas. Este procedimiento requiere un sistema de colección, lavado y reinfusión, sin embargo, de no estar disponible esto no precluye la autotransfusión.

La sangre colectada de la cavidad torácica o abdominal, presenta menor número y actividad plaquetaria; así como una concentración extremadamente baja de los factores de la coagulación, concentración que es aún menor en las células lavadas. Los factores afectados incluyen fibrinógeno, antitrombina III, plasminógeno, y factores V, VIII, y X. Sin embargo, el hecho de que estas anomalías sean lo suficientemente severas como para hacer de la autotransfusión un proceso peligroso, está todavía en debate ya que dichos factores también se ven reducidos en la sangre estoqueada. Por otro lado, a pesar de que los niveles de los productos de degradación de fibrina (PDF) aumentan, y que el tiempo de protrombina (TP) y el tiempo parcial de tromboplastina activada (TPTA) se ven prolongados en pacientes autotransfusionados, estos niveles no son significativamente mayores a los presentados por aquellos pacientes que recibieron sangre homóloga y son autocorregidos en 72 horas.

En estudios realizados en humanos se ha podido comprobar que no se han presentado coagulopatías de significación clínica en pacientes que recibieron hasta 3500 ml de sangre o menos de la mitad del volumen sanguíneo total del paciente. En aquellos pacientes que recibieron más de 3500 ml de sangre se notó una coagulopatía dilucional, la cual fue solucionada

administrando 1 unidad de plasma fresco congelado cada 2 unidades de sangre autotransfundida. Igual concepto debería aplicarse a la transfusión de sangre estoqueada.

El monitoreo cercano de la coagulación del paciente que ha recibido una autotransfusión, mediante conteos plaquetarios, TP, TPTA, PDF, y ATIII aunados al reemplazo con plasma fresco congelado cuando sea necesario, vuelven este procedimiento seguro especialmente cuando se administra menos de la mitad del volumen sanguíneo del paciente.

Una de las complicaciones no hematológicas potenciales de la autotransfusión es la sepsis. Es fundamental que todo el procedimiento se realice bajo estrictas condiciones de asepsia, y utilizando materiales estériles, en caso contrario el riesgo de sepsis se verá incrementado.

Cuando el procedimiento se realiza en estrictas condiciones de asepsia, en un paciente con hemotórax este riesgo es mínimo. Sin embargo, el riesgo es mayor cuando se trata de sangre colectada desde la cavidad abdominal, especialmente en el paciente traumatizado donde la contaminación fecal, urinaria o biliar es posible. Para evitar la infusión de sangre contaminada es conveniente descartar la sangre que ha estado en contacto con las vísceras por más de 4 horas, y toda aquella sangre en la que se sabe o sospecha contaminación desde órganos huecos.

Existe preocupación acerca de la posible diseminación de células metastásicas cuando la colecta se realiza desde una cavidad en la que existen tumores malignos. Sin embargo, no existe evidencia que sugiera que la ocurrencia de esta diseminación sea significativa.

### **Transportadores de oxígeno a base de hemoglobina**

El Oxyglobin es una solución de hemoglobina de origen bovino, polimerizada y ultrapurificada a una concentración de 13g/dl en Ringer lactato modificado. Como ya es sabido, el 98% del contenido de oxígeno sanguíneo de cualquier paciente es transportado por la hemoglobina, en el perro la presión de saturación de oxígeno de la hemoglobina contenida en los eritrocitos (P50) es de 30 mmHg, mientras que la P50 del Oxyglobin es de 38 mmHg, lo que implica una mayor eficacia en la liberación de oxígeno a los tejidos. Esta habilidad incrementada en el transporte de oxígeno combinado con un efecto coloide intrínseco lo convierte en un fluido atractivo para su uso en resucitación.

La polimerización une las moléculas de hemoglobina entre sí lo que limita su excreción renal aumentando su vida media. La vida media de la hemoglobina polimerizada es dosis dependiente, siendo de 30 a 40 horas a 30ml/kg en perros sanos.

Al ser estable a temperatura ambiente hasta por 2 años, compatible con todos los grupos sanguíneos, y tratarse de un excelente transportador de oxígeno, el Oxyglobin se recomienda en el tratamiento de emergencia de anemias severa y en la resucitación del shock a la dosis de 5 - 30 ml/kg en perros y 5 a 10 ml/kg en gatos.

El Oxyglobin puede ser administrado a una dosis de 10 - 30 ml/kg i/v en un período de 4 a 6 horas, representando un incremento de la hemoglobina plasmática de 2 - 4 g/dl o el equivalente a un incremento del hematocrito del 6 - 12%. Debido a que la vida media del producto es dosis dependiente deberá monitorearse la concentración plasmática de hemoglobina del paciente, y repetir la administración del Oxyglobin según necesidad hasta la resolución de la anemia.

La presencia de Oxyglobin en el suero causa coloración de las membranas mucosas, esclerótica, y orina. También, puede inducir efectos gastrointestinales leves incluyendo náuseas, vómitos y diarrea, sobrecarga de volumen y arritmias cardíacas pasajeras. Este producto ha demostrado interferir con la coagulación in vitro, por lo que deberán monitorearse los parámetros de coagulación en los pacientes con disturbios de la hemostasis. Uno de los principales inconvenientes de su uso es la interferencia con la realización de ciertas pruebas de laboratorio. En general, todos los tests colorimétricos resultarán inválidos, y se incrementarán artificialmente la alanina aminotransferasa (ALT), la aspartato aminotransferasa, y las proteínas séricas totales. Los tests de protrombina (TP) y el tiempo de tromboplastina activado (TPTA) no pueden ser medidos en forma segura por métodos ópticos, aunque podrán realizarse en forma segura por métodos magnéticos, mecánicos o de dispersión lumínica. Cuando se utilicen tiras reactivas, se observarán alteraciones en la medición de glucosa, proteínas y cuerpos cetónicos en el urianálisis.

Existen ventajas para el uso de Oxyglobin durante la resucitación inicial, incluyendo la posibilidad de estoqueado prolongado en ausencia de refrigeración, disponibilidad inmediata, ausencia de incompatibilidades y/o reacciones inmunomediadas, posibilidad de utilización tanto en perros como en gatos, excelente capacidad de transporte de oxígeno y una mejora en las variables de contenido de oxígeno arterial y venoso, extracción de oxígeno y gases sanguíneos.

Las desventajas incluyen su vida media reducida si se la compara con las células rojas transfundidas, la interferencia con el monitoreo de ciertos parámetros séricos y urinarios y su costo elevado.

Los investigadores continúan trabajando en el desarrollo de soluciones transportadoras de oxígeno con una vida media más prolongada, sin embargo, aunque resultan soluciones interesantes y muy efectivas en la resucitación primaria, es muy probable que no logren sustituir a la transfusión de células rojas en aquellos pacientes con anemias severas y/o compromiso grave de la hematopoyesis que necesiten una solución a mediano y largo plazo.

## **2. TRASTORNOS HEMOSTÁTICOS EN LOS PACIENTES TRAUMATIZADOS**

### **La necesidad de factores de la coagulación y plaquetas.**

En los pacientes traumatizados puede estar indicado el soporte transfusional de la hemostasis como resultado de enfermedades primarias como hemofilia, enfermedad de von Willebrand o trombocitopenia; o como resultado de Coagulación Intravascular Diseminada (CID). La CID es un síndrome complejo que afecta a todos los componentes del proceso de hemostasis, incluyendo la integridad vascular, trombocitopenia, deficiencia de los factores de la coagulación y fibrinólisis excesiva. Consecuentemente, los pacientes desarrollarán signos de disturbios primarios y secundarios, conjuntamente con microtrombosis e hipoxia tisular.

La CID se puede presentar en los pacientes con trauma severo como resultado de injurias y shock grave, isquemia tisular y consecuentemente a transfusiones sanguíneas. Las autotransfusiones realizadas en forma rápida sin el uso de filtros, la administración de GRE con altos hematocritos (daño mecánico y hemólisis), las reacciones hemolíticas y la hipotermia como consecuencia de mal calentamiento de los hemoderivados pueden inducir secuestro plaquetario o impedimento del trabajo enzimático de los factores de la coagulación. La acidosis también interfiere con la agregación plaquetaria y la actividad de las proteínas de la coagulación, el pH reducido de los GR estoqueados por períodos mayores a 14 días pueden complicar en forma significativa los desórdenes ácido-base de los pacientes severamente comprometidos como consecuencia del trauma.

Como ya fuera mencionado la sangre colectada de la cavidad abdominal o torácica no posee cantidades suficientes de fibrinógeno por lo que las autotransfusiones de grandes volúmenes predisponen a las coagulopatías dilucionales. Así los pacientes que reciban autotransfusión o transfusión de volúmenes iguales o superiores a su volumen sanguíneo (60ml en perros y 40ml en gatos) en un período de 24 horas podrán desarrollar coagulopatías dilucionales.

### **Calculando la dosis de los productos plasmáticos y plaquetarios**

La cantidad de hemoderivado debe basarse en el peso corporal del paciente y en su respuesta a la terapia. Generalmente se recomienda una dosis de 10ml/kg de plasma fresco congelado FFP, mientras que la dosis de crioprecipitado es de 1 unidad/10kg.

La dosis de FFP para prevenir o tratar las coagulopatías dilucionales como consecuencia de transfusiones masivas es una tasa de 1:1 a 1:2 FFP:GRE. Para asegurar la transfusión de los factores lábiles de la coagulación tanto el FFP como el crioprecipitado deben ser administrados en un tiempo total no mayor a 2 horas desde su descongelamiento.

El tiempo de coagulación activado, APTT, PT, TT, ATIII y fibrinógeno deberán ser monitoreados de acuerdo a la disponibilidad, objetivo de monitoreo de la terapia y costos para evaluar la eficacia o no de la terapia, y la necesidad de nuevas transfusiones. Las nuevas transfusiones podrán ser administradas cada 8 a 12 horas de acuerdo a las necesidades del paciente.

Aunque de disponibilidad limitada debido a lo limitado de su vida útil y a las necesidades especiales de almacenamiento, si se encuentran disponibles la mejor elección para proveer plaquetas sería la administración de plasma enriquecido o concentrado plaquetario. La dosis

estimada es de 1 unidad/10kg, con un objetivo terapéutico de elevar el número de plaquetas del paciente por encima de 30000/ul.

### 3. ADMINISTRACIÓN DE HEMODERIVADOS

Todos los hemoderivados pueden ser administrados por vía intravenosa o intraósea. Cuando se administran por vía intramedular el 95% de los glóbulos rojos se encuentran en la circulación general transcurridos 10 minutos desde su infusión.

Los productos sanguíneos solo pueden mezclarse con solución salina normal. La administración de fluidos hipo o hiperosmolares, o soluciones que contengan calcio en la misma bajada de suero está contraindicada, ya que inducirían hemólisis o coagulación de los productos administrados respectivamente.

Las células rojas empacadas que han sido conservadas con un expansor, deben ser diluidas en solución salina fisiológica (NaCl 0.9%) previo a su administración a efectos de disminuir el daño mecánico y la consecuente hemólisis. El uso de Ringer, Ringer Lactato, o Dextrosa al 5% está contraindicado.

La sangre fresca y el plasma enriquecido deben mantenerse a temperatura ambiente, de ser posible, bajo agitación constante, y ser administrados antes de las 4 horas y 24 horas desde su extracción respectivamente si se pretende administrar trombocitos funcionales. Si se desea preservar la actividad plaquetaria el anticoagulante utilizado no debe ser heparina.

A efectos de prevenir su adhesión al material, la colecta y la administración de productos que contengan plaquetas y factores de la coagulación debe realizarse con bolsas e infusores libres de látex.

La dosis de los diferentes componentes varía con la presentación clínica de cada paciente, en la tabla 4 puede observarse un estimativo inicial para los diferentes componentes.

ESTIMACIÓN DE LA DOSIS DE LOS DIFERENTES HEMODERIVADOS	
HEMODERIVADO	DOSIS
Sangre entera fresca o estoqueada	20 ml/kg aumentarán el Hto. En un 10%
Células rojas empacadas	10 ml/kg aumentarán el Hto. En un 10%
Plasma enriquecido en plaquetas	10 ml/kg
Plasma fresco o fresco congelado	10 ml/kg, repetir hasta controlar el sangrado
Crioprecipitado	1 U/10kg, repetir hasta controlar el sangrado
Plasma y criodeprivado	10 ml/kg , repetir hasta controlar los síntomas

Tabla 1

La velocidad de administración sugerida en pacientes estables y normovolémicos es de 0.25 - 0.5 ml/kg/minuto en los primeros 30 minutos. Esto permite observar la posible aparición de reacciones adversas, si estas no se presentan la velocidad de administración puede ser incrementada. Sin embargo, la velocidad de transfusión siempre la dictará la condición del paciente, tomando en consideración la dosis necesaria para corregir el defecto presente, su peso y la presencia o no de enfermedades concomitantes que pueden imponer limitantes a la velocidad de infusión como la falla cardiaca congestiva. En los pacientes que estén muriendo delante de nuestros ojos como consecuencia de hemorragia masiva, podrán administrarse hemoderivados a la mayor velocidad que posibilite el diámetro y largo del infusor y del catéter. Mientras que en los pacientes con FCC la tasa de administración debería ser monitoreada en forma cercana de acuerdo a parámetros de PA, PVC (mantenerla por debajo de 2 cmH<sub>2</sub>O) y flujo urinario a efectos de detectar un forma temprana cualquier sobrecarga de volumen.

De acuerdo a los estándares establecidos internacionalmente todos los productos sanguíneos deberán administrarse en no más de 4 horas totales a efectos de minimizar las posibles contaminaciones bacterianas.

Para prevenir la posibilidad de microtrombosis debido a la presencia de coágulos o microagregados, debe utilizarse siempre un infusor para transfusión que presente un filtro apropiado (de 40 – 170µm).

La hipotermia interfiere la actividad plaquetaria y de los factores de la coagulación, así como las respuestas compensadoras en los pacientes en shock. Por lo tanto todos los productos sanguíneos deben ser calentados a 37°C previo a su administración. La única excepción son los productos plaquetarios que deberán mantenerse a 22 a 24°C bajo agitación. A efectos de su calentamiento los productos sanguíneos deberán ser colocados en un baño o incubadora a 37°C. También podrán utilizarse calentadores en la línea de bajada. El uso del microondas o baños a mayor temperatura en el intento de minimizar el tiempo de calentamiento, está totalmente contraindicado ya que inducirá lisis celular e inactivación de las proteínas de la coagulación. En la tabla 5 pueden observarse los lineamientos generales para la preparación de los diferentes hemoderivados

<b>Preparación de los hemoderivados previo a su administración</b>	
<i>Hemoderivado</i>	<i>Preparación previa a la transfusión</i>
<b>Sangre entera fresca</b>	<b>Ninguna</b>
<b>Sangre fresca estoqueada</b>	<b>Mezclar suavemente y calentar a 37°C</b>
<b>Células rojas empacadas</b>	<b>Agregar 10 ml de solución salina al 0.9% tibia / 30 a 40 ml de concentrado</b> Mezclar suavemente y calentar a 37°C
<b>Productos plaquetarios</b>	<b>Mezclar gentilmente en forma intermitente y mantener a 22 - 24°C</b>
<b>Plasma fresco congelado</b>	<b>Descongelar y calentar a 37°C</b>
<b>Crioprecipitado</b>	<b>Adicionar 10 – 50 ml de solución salina normal tibia / unidad</b> Mezclar masajeando la bolsa por 2 a 3 minutos
<b>Plasma y criodeprivado</b>	<b>Descongelar y calentar a 37°C (puede utilizarse microondas)</b>

**Tabla 2**

#### **4. MONITOREO DEL PACIENTE TRANSFUSIONADO**

Los pacientes transfundidos deben ser monitoreados de cerca durante y después de la transfusión. El monitoreo cercano es fundamental para detectar en forma temprana la aparición de reacciones adversas.

Por otro lado también deberá monitorearse la efectividad de la terapia, de acuerdo al problema que motivara la transfusión deberán responderse algunas preguntas:

- El hematocrito se incrementó en forma adecuada?
- Se alcanzó la meta terapéutica de 10g/dl de hemoglobina?
- Se estabilizaron los síntomas de shock hipovolémico?
- Desaparecieron los síntomas de hipoxia tisular?
- Paró el sangrado?
- Aumentó el numero de plaquetas en forma efectiva?
- Aumentó el nivel de proteínas plasmáticas?
- Se alcanzó el nivel terapéutico de ATIII?

Por lo tanto deberán registrarse los valores de base para Hto., sólidos totales, TCA (o APTT, PT y TT), conteo plaquetario y ATIII de acuerdo a la condición y el diagnóstico del paciente.

También deberá registrarse la temperatura central, la FC y FR (temperatura, pulso, respiración TPR), el color de las membranas mucosas (MM) y el tiempo de llenado capilar (TLLC) antes de iniciar la transfusión y a los 15, 30 y 60 minutos de iniciada la transfusión.

La vida media de los GR transfundidos va a verse afectado por variaciones individuales, la presencia de CID o IMHA que puede reducir en forma considerable la vida media de los GR, las condiciones del estoqueado, calentamiento y transfusión del hemoderivado. Los GR que sobreviven las primeras 24 horas tienen mayores chances de sobrevivir a largo plazo siempre que no se presente hemólisis demorada. Las transfusiones no compatibles incluso en perros primo transfundidos pueden reducir la vida media de los GR, por lo que es importante monitorear el Hto. incluso en busca de hemólisis demorada después de las 24 horas y evaluar también la respuesta medular del paciente.

Los cambios iniciales del Hto. variarán con el volumen sanguíneo del paciente y el hemoderivado administrado, por lo que puede requerir interpretación. Si se administra sangre entera en un paciente hipovolémico, la redistribución al extravascular podrá producir un incremento relativo del hematocrito en las primeras 24 horas. Por otro lado, si se administran células rojas empacadas a un paciente hipovolémico el incremento de la presión oncótica en el intravascular atraerá agua por lo que el Hto. podrá reducirse en las primeras 24 horas si se lo compara con la medición realizada una hora postransfusión.

MONITOREO DEL PACIENTE TRANSFUSIONADO						
DESORDEN	TIEMPO					
	0	15 min	30 min	1 hora	24 horas	72 horas
Anemia	TPR, MM, TLLC, HTO, TS	TPR, MM, TLLC	TPR, MM, TLLC	TPR, MM, TLLC, HTO, TS	TPR, MM, TLLC, HTO, TS	HTO, TS
Coagulopatía	TPR, MM, TLLC ACT o APTT/ PT/ TT ATIII y fibrinógeno cuando CID presente	TPR, MM, TLLC	TPR, MM, TLLC	TPR, MM, TLLC ACT o APTT/ PT/ TT ATIII si CID presente	<b>*O más frecuente si CID presente</b> TPR, MM, TLLC ACT o APTT/ PT/ TT ATIII si CID presente Fibrinógeno vuelve a valores normales en forma temprana si se controla la CID	
Trombocitopenia	TPR, MM, TLLC Cuento plaquetario	TPR, MM, TLLC	TPR, MM, TLLC	TPR, MM, TLLC Cuento plaquetario		
Hipoproteinemia	TPR, MM, TLLC, TPP			TPR, MM, TLLC, TPP	TPR, MM, TLLC, TPP	

Tabla 3

## CONCLUSIONES

Las transfusiones en los pacientes traumatizados pueden ser la diferencia entre el alta y el deceso por lo que es conveniente estar familiarizado con las diferentes alternativas de tratamiento.

Los pacientes traumatizados pueden requerir el aporte de glóbulos rojos y hemoglobina como la única posibilidad para revertir el estado de hipoxia tisular. La administración de glóbulos rojos y hemoglobina podrá realizarse mediante transfusiones homólogas o autólogas o mediante el aporte de HBOCs.

Cuando se realizan transfusiones homólogas es muy importante minimizar los riesgos de reacciones inmunomediadas mediante la tipificación de donante y receptor, el uso de donante universal en caninos y la realización de pruebas de compatibilidad cruzada.

Las complicaciones más importantes de las autotransfusiones son la posibilidad de microembolia, sepsis y coagulopatías por lo que deberán extremarse las precauciones.

Los pacientes traumatizados podrán requerir también aporte coloidal, y de los factores de la coagulación ya sea como resultado de su patología de base o debido a la necesidad de transfusiones masivas.

Debido a la presencia de posibles complicaciones es fundamental un monitoreo cercano de los pacientes antes, durante y luego de cada proceso de transfusión.

## Bibliography

1. **Feldman B.F. and Kristensen, A.T. 1995.** Modern Veterinary blood banking practices and their applications in companion animal practice. *Veterinary Clinics of North America*, 25:1231-1243
2. **Green M.T. 2002.** Transfusion Medicine. In: Wingfield & Raffe. (Ed.) *The Veterinary ICU Book* (1<sup>st</sup>ed.) Jackson: Teton NewMedia pp.189-201.
3. **Gopeui R.R & Feldman B.F. 1995.** Use of blood components in canine and feline patients with hemostatic disorders. *Veterinary Clinics of North America*, 25:1387-1401.
4. **Hale A.S. 1995.** Canine Blood Groups and their importance in Veterinary Medicine. *Veterinary Clinics of North America*, 25:1323-1332.
5. **Harrell K.A. & Kristensen A.T. 1995.** Canine Transfusion reactions and their management. *Veterinary Clinics of North America*, 25:1333-1361.
6. **Henson M.S & Smith S.A. 2002.** Disorders of Hemostasis. In: In: Wingfield & Raffe. (Ed.) *The Veterinary ICU Book* (1<sup>st</sup>ed.) Jackson: Teton NewMedia pp.731-751.
7. **Kristensen, A.T. and Feldman B.F. 1995.** General Principles of Small Animal Blood Component Administration. *Veterinary Clinics of North America*, 25:1277-1290
8. **Kirby R. 1995.** Transfusion Therapy in Emergency and Critical Care Medicine. *Veterinary Clinics of North America*, 25:1365-1386
9. **Lagutchik M.S. 1997.** Blood Transfusions. In: Wingfield W. (Ed.) *Veterinary Emergency Medicine Secrets* 1<sup>st</sup> ed. Philadelphia: Hanley & Belfus, Inc. pp. 15:60-63.
10. **Monika E.; Griot-Wenk & Giger U. 1995.** Feline Transfusion Medicine. Blood Types and their Clinical Importance. . *Veterinary Clinics of North America*. 25:1305-1322.
11. **Rudloff E.1995.** The Role of Blood Component Therapy in the Management of Canine and Feline Patients with Cancer. *Veterinary Clinics of North America*, 25:1403-1416
12. **Wingfield W. & Van Pelt D. 1989.** Abnormal Bleeding *Veterinary Clinics of North America*. 19:1275-1286.