

Transfusiones sanguíneas en perros y gatos

En el presente artículo se realiza una revisión de los productos disponibles para transfusiones en pequeños animales, sus indicaciones, obtención y administración. También se describen los grupos sanguíneos caninos y felinos, y las posibles reacciones adversas consecutivas a las transfusiones.

Palabras clave: transfusión, sangre completa, concentrado glóbulos rojos, plasma, grupo sanguíneo.
Clin. Vet. Peq. Anim, 29 (4): 229-238, 2009

C. Fragió^{1,2}, M^a. A. Daza¹,
E. García¹

¹Servicio Hospitalización y UCI Pequeños Animales (Hospital Clínico Veterinario Complutense)

²Dpto. Medicina y Cirugía Animal, Facultad de Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid
Av. Puerta de Hierro s/n
28040 Madrid

Introducción

En medicina veterinaria son muchas las ocasiones en las que resulta necesario realizar una transfusión de sangre. Sus importantes beneficios terapéuticos han generado un considerable incremento en la demanda de transfusiones de sangre y sus derivados, pero hay que saber administrarlas correctamente ya que no están exentas de riesgos. En el presente artículo se revisan los principales productos sanguíneos disponibles actualmente en medicina de pequeños animales, y todos los aspectos relativos a su administración.

Productos sanguíneos disponibles

Tradicionalmente, la sangre completa (SC) era el único producto utilizado para transfusiones en perros y gatos. En la actualidad la SC se puede separar en diferentes componentes, lo que hace posible transfundir a cada paciente el producto más indicado en función de su patología específica (Tabla 1)¹ (Fig. 1). Debe seleccionarse siempre el que aporte los máximos beneficios y mínimos riesgos para el paciente. Algunos Centros Veterinarios disponen de los medios para la obtención de los diferentes derivados sanguíneos pero, en su defecto, se puede recurrir a los Bancos de Sangre comerciales que ya existen a tal fin en nuestro país.



Indicaciones para transfusiones

Estará indicado transfundir, cuando sea necesaria, la reposición de alguno de los componentes incluidos en la sangre.

Reposición de glóbulos rojos: Anemias

La hemoglobina es la principal responsable del transporte de oxígeno a los tejidos: reducciones en la concentración de hemoglobina o en el número de glóbulos rojos (GR) conllevan una hipoxia tisular que puede tener consecuencias muy graves para el paciente y que sólo podrá ser compensada reponiendo estos factores. La cuestión para la que no existe respuesta clara y concreta es cuál es el hematocrito por debajo del cual el paciente necesita una transfusión. Este valor de hematocrito/hemoglobina (denominado gatillo para transfusión, *transfusion trigger*) no se ha podido establecer de forma unánime, ya que es variable en función de la rapidez con la que se haya producido el descenso del hematocrito (Hcto), y también en función de la causa de ese descenso². Los dos principales mecanismos fisiológicos compensadores de anemias son: aumento del gasto cardíaco y aumento de los niveles intraeritrocitarios de la enzima 2,3-difosfoglicerato (2,3-DPG), que favorece la cesión de oxígeno a los tejidos. En las anemias crónicas y normovolémicas (descenso progresivo del Hcto. sin pérdida de volumen circulante, como anemias hemolíticas o hipoproliferativas crónicas)



Figura 1. Bolsas de concentrado de glóbulos rojos y plasma.

se ponen en marcha de forma efectiva ambos procesos. En las anemias agudas (hemolíticas o hemorrágicas agudas) no da tiempo a aumentar la síntesis de 2,3-DPG, lo cual hace que la hipoxia tisular sea muy severa incluso con valores de Hcto. relativamente altos, especialmente si la anemia se asocia a hipovolemia (incapacidad para aumentar de forma efectiva el gasto cardiaco). Así, la decisión de si el paciente necesita o no una transfusión, no debe tomarse únicamente en base al valor del Hcto, sino en función del grado de hipoxia tisular provocado por la anemia, el cual se identificará clínicamente por la presencia de taquicardia y/o taquipnea significativas, depresión mental, estupor, síncope y aumento significativo de los niveles sanguíneos de lactato (indicador de acidosis láctica por hipoxia tisular). La causa de la anemia también es un factor importante

Productos sanguíneos	Obtención	Contenido	Viabilidad
1. SANGRE COMPLETA (SC)* 1U=Bolsa comercial humana (450ml)	Sangre tal y como se obtiene del donante		
1.1.Sangre completa Fresca (SCF)	Transcurridas < 8h tras su obtención	- Glóbulos Rojos (Glóbulos Blancos) - Plaquetas - Factores Coagulación - Albúmina - Otras proteínas plasmáticas	8h
1.2.Sangre Completa Almacenada (SCA)	Transcurridas > 8h tras su obtención	Glóbulos Rojos (Albúmina)	28 días a 4°C
2. CONCENTRADO DE GLOBULOS ROJOS (CGR)* 1U=Centrifugación de 1U SC (aprox 200 ml)	Centrifugación rápida SC a 4-5°C (sedimento)	Glóbulos Rojos	28 días a 4°C (hasta 42 días si se añade sol. nutritiva: <i>Adsol</i> ,...)
3. PLASMA 1U=Centrifugación de 1U SC (aprox 200-250 ml)	Centrifugación rápida SC a 4-5°C (sobrenadante)		
3.1.Plasma fresco congelado (PFC)	Plasma congelado a -20°C transcurridas < 6h tras obtención SC	Factores coagulación (todos)	1 año (a -20°C)
		Albúmina	2 años (a -20°C)
		Otras proteínas plasmáticas	1-2 años (a -20°C)
3.2. Plasma Fresco (PF)	Plasma transcurridas <6h desde obtención SC	Idem que PFC	6h
4. CONCENTRADO DE PLAQUETAS 1U=Centrifugación de 1U SC (aprox 50-70 ml)	Centrifugación lenta SC a 22°C, y nueva centrifugación del sobrenadante (sedimento)	Plaquetas	3-5 días, a 22°C bajo agitación constante
5.CRIOPRECIPITADO 1U=Obtenido de 1U SC (aprox. 5-15 ml)	Descongelación lenta (a 4-6°C) de PFC y centrifugación (precipitado)	- Factor VIII - Factor de von Willebrand - Fibrinógeno - Factor XIII - Fibronectina	Tras descongelación: 4-6h

*Estos productos también se pueden obtener desleucocitados para reducir las reacciones febriles si se pasan por un filtro que retiene los leucocitos, pero esta técnica es poco habitual en veterinaria.

Tabla 1. Obtención y características de diferentes productos sanguíneos.

a la hora de decidir si está indicada una transfusión. Si la anemia es regenerativa, y es viable instaurar una terapia específica que vaya a ser eficaz a corto plazo, quizá se pueda prescindir de la transfusión. Teniendo en cuenta todo lo anterior, y sólo a título orientativo, en anemias agudas hipovolémicas no debería permitirse que el Hcto. disminuya por debajo del 25-30% en perros o 20-25% en gatos, mientras que en anemias crónicas el paciente suele compensar bien la anemia sin necesidad de transfusión, hasta Hctos de 12-15% en perro, 10-12% en gatos.

En cuanto al producto sanguíneo más indicado en cada paciente:

- Si la anemia se acompaña de hipovolemia y/o déficit de factores de la coagulación y/o plaquetas: SCF (en los dos primeros casos también se pueden administrar CGR y PFC, a poder ser del mismo donante)

- Si la anemia es normovolémica y no existen otras deficiencias: CGR (o en su defecto SC, ya sea Fresca o Almacenada)

Reposición de proteínas plasmáticas

Algunos pacientes van a requerir la reposición fundamentalmente de albúmina y/o factores de la coagulación, y en algunas ocasiones también pueden ser beneficiosas otras proteínas plasmáticas.

Reposición de Factores de la coagulación: Las coagulopatías que más frecuentemente pueden requerir transfusiones en pequeños animales se reflejan en la Tabla 2. Los pacientes con cualquiera de estas patologías necesitarán el aporte de factores de la coagulación cuando presenten sangrado, o bien cuando vayan a ser sometidos a una cirugía. El producto más indicado para aportar factores de la coagulación es el plasma, bien PF o PFC³. La viabilidad de los factores de la coagulación es corta, empezando a reducirse su actividad a las 6h de la obtención de la sangre; de ahí la importancia de transfundir o congelar el plasma antes de ese plazo de tiempo (Fig. 2). La dosis necesaria puede ser muy variable, pero en general se parte de 6-10



Figura 2. Almacenaje en congelación de Plasma Fresco Congelado.

ml/kg/6-8h hasta que cese el sangrado. Si no se dispone de plasma, otra alternativa es la administración de SCF. Si se trata de una CID, que también cursa con trombocitopenia, puede estar también indicada la SCF (que contiene factores de la coagulación y plaquetas viables). En deficiencias de factor VIII (hemofilia A), fibrinógeno y enfermedad de von Willebrand está más indicado el crioprecipitado (1 U/10kg) si se puede disponer de él⁴.

Reposición de Albúmina: La albúmina es una proteína implicada en numerosos procesos fisiológicos, y su deficiencia se asocia fundamentalmente a edemas (por disminución de la presión oncótica), alteraciones en el transporte/acción de ciertos fármacos, hipercoagulabilidad, retraso en la cicatrización e intolerancia a la nutrición, habiéndose comprobado que la hipoalbuminemia produce un aumento significativo de la morbilidad/mortalidad en pacientes graves/críticos⁵. Esto confiere una gran importancia a las transfusiones de albúmina: se debe plantear la necesidad de reponer albúmina cuando su déficit esté provocando edemas o exista un alto riesgo de que los provoque (a título orientativo, este riesgo es alto cuando la albúmina plasmática sea $\leq 1,5-2$ g/dl). Dado que actualmente no existen soluciones comerciales de albúmina canina ni felina (aunque se espera su comercialización en breve), el producto más indicado para aportar albúmina es el plasma. Sin embargo, son necesarios unos 45 ml/kg de plasma para aumentar la concentración de albúmina del receptor en 1 g/dl; esto implica la necesidad de transfundir grandes volúmenes, lo cual casi siempre resulta difícil y muy costoso. Por ello, muchos autores recomiendan administrar plasma hasta conseguir niveles de albúmina $\geq 1,5-2$ g/dl, y combinarlo/reemplazarlo entonces con la administración de coloides sintéticos (preferiblemente hidroxialmidones, a dosis de 20 ml/kg/día en perfusión constante) para mantener la presión oncótica⁶. Otra opción para aumentar los niveles de albúmina consiste en administrar soluciones de albúmina humana. Estas contienen una concentración muy elevada de albúmina: la presentación habitual en nuestro país es al 20%, por lo que administrando un pequeño volumen se consigue aumentar de forma muy eficaz la presión oncótica y el volumen vascular. Sin embargo, su empleo en perros

Coagulopatías que requieren transfusiones	Factores deficientes/ no-funcionales
Coagulación Intravascular Diseminada (CID)	Todos
Intoxicación por raticidas	Factores dependientes de vitamina K: II, VII, IX, X
Insuficiencia hepática	Todos (excepto Factor VIII)
Enfermedad de von Willebrand	Factor de von Willebrand
Hemofilia A	Factor VIII
Hemofilia B	Factor IX

Tabla 2. Coagulopatías que con mayor frecuencia requieren transfusiones en perros y gatos.

no está exento de riesgos, ya que induce la producción de anticuerpos que pueden ocasionar reacciones anafilácticas graves (inmediatas o retardadas), especialmente en la segunda infusión^{7,8}. Aunque las dosis recomendadas para la especie canina no están aún bien determinadas, la pauta más habitual consiste en administrar 0,5 g/kg en perfusión continua a lo largo de 2-4 horas, seguidos de un ritmo de infusión de 0,05-0,075 g/kg/h (con un máximo de 2 g/kg/día) hasta conseguir niveles de albúmina plasmática $\geq 1,5$ g/dl^{9,10}.

Reposición de otras proteínas plasmáticas: Además de los factores de la coagulación y de la albúmina, existen en el plasma otras proteínas cuyo aporte puede ser beneficioso en ciertas patologías. Es el caso por ejemplo de la alfa2-macroglobulina y alfa1-antitripsina, cuya reposición en pacientes con pancreatitis podría reducir la acción de las proteasas pancreáticas. Por este motivo se ha propuesto la administración de PF o PFC en pacientes con pancreatitis aguda, y también porque al mismo tiempo el plasma sería una fuente de albúmina, antitrombina III y factores de la coagulación, todo lo cual podría paliar en alguna medida la hipoalbuminemia, CID, aumento de la permeabilidad y cuadro inflamatorio asociados a la pancreatitis. Sin embargo, hasta la fecha no existen resultados concluyentes sobre los posibles beneficios de las transfusiones de plasma en pancreatitis, ni en medicina veterinaria ni en humana^{11,6}. También se ha propuesto la administración de PF o PFC para aportar inmunoglobulinas (inmunidad pasiva, por ejemplo en cachorros con parvovirus), aunque tampoco existen estudios que confirmen esta indicación para el plasma¹².

Reposición de plaquetas : Trombocitopenias

Será necesario transfundir cuando la trombocitopenia esté ocasionando hemorragias importantes, o cuando el paciente

trombocitopénico vaya a ser sometido a una intervención quirúrgica. Por regla general, no suele existir riesgo grave de sangrado hasta que el recuento de plaquetas del paciente esté por debajo de 10-20.000/ μ l. Los productos indicados son, por este orden: Concentrado de Plaquetas/Plasma Rico en Plaquetas (rara vez disponibles en clínica veterinaria), seguidos de SCF. En realidad, la transfusión de estos productos solamente produce un aumento moderado y transitorio del número de plaquetas, pero que suele ser suficiente para disminuir el sangrado¹³.

Grupos sanguíneos en perros y gatos

En la especie canina existen ocho grupos sanguíneos: DEA-1.1., DEA-1.2., DEA-3, DEA-4, DEA-5, DEA-6, DEA-7, DEA-8 (las siglas DEA significan: *Dog Erythrocyte Antigen*). De todos ellos, el que tiene mayor poder antigénico y por tanto provoca el mayor riesgo de reacciones adversas es el DEA-1.1¹⁴. En base a estos datos, el donante ideal será un perro negativo al antígeno DEA-1.1.(donante "universal"). Recientemente se ha descrito un nuevo antígeno eritrocitario canino no relacionado con el sistema DEA, que se ha denominado antígeno *Dal* porque los aloanticuerpos contra él se descubrieron en un perro de raza dálmata (aunque este antígeno parece existir también en muchas otras razas); hasta el momento, se desconoce si realmente tiene importancia clínica¹⁵.

En la especie canina (al contrario de lo que sucede en felinos y humanos) no existen niveles significativos de aloanticuerpos preformados contra otros grupos sanguíneos, a no ser que el perro haya recibido una transfusión previa y haya desarrollado anticuerpos contra el grupo sanguíneo del donante. El tiempo que se tarda en sintetizar cantidades significativas de anticuerpos contra otros grupos sanguíneos

País	Tipo A	Tipo B	Raza	Tipo A	Tipo B
EEUU	97-99%	0,4-3%	Doméstico común pelo corto (EEUU)*	100%	0%
Australia	74%	26%	Abisinio	84%	16%
Austria	97%	3%	Birmanio	82%	18%
Inglaterra	97%	3%	Devon rex	59%	41%
Finlandia	100%	0%	Himalayo	94%	6%
Francia	85%	15%	Maine Coon	97%	3%
Alemania	94%	6%	Persa	86%	14%
Italia	89%	11%	Siamés	100%	0%
Holanda	96%	4%	Somalí	82%	18%
Turquía	75%	25%	Sphinx	83%	17%
Portugal	95%	5%	Doméstico común pelo corto (GB)**	64%	36%

*Datos de población de EEUU; **Datos de población de Gran Bretaña

Tabla 3. Prevalencia aproximada de grupos sanguíneos felinos en algunos países y razas.

tras una transfusión, es de 4-5 días. A efectos prácticos esto quiere decir que, en perros, no es estrictamente necesario realizar pruebas de compatibilidad antes de la primera transfusión, ni tampoco antes de las siguientes, si no han transcurrido más de 5 días. Después de este tiempo sí que serán necesarias.

En gatos existen tres grupos sanguíneos principales: A, B y AB^{16,17}. El grupo A es dominante sobre el B. La frecuencia de presentación de uno u otro grupo varía mucho con la raza y con la zona geográfica, pero en general el grupo A es el más frecuente y el AB el menos frecuente (Tabla 3). Hace poco se describió un nuevo grupo sanguíneo felino (denominado *Mik*) diferente al sistema tradicional AB, y que también puede ocasionar reacciones de incompatibilidad¹⁸. Al contrario de lo que sucede en perros, en gatos sí que existen aloanticuerpos naturales contra otros grupos sanguíneos, incluso en animales que no han recibido nunca una transfusión sanguínea. Se pueden producir reacciones fatales transfundiendo menos de 1ml de sangre incompatible, lo que implica que en gatos es siempre necesario comprobar si el donante y el receptor tienen grupos compatibles, incluso en la primera transfusión. Los gatos del grupo-A tienen anticuerpos contra el grupo-B bastante débiles; en cambio, los gatos del grupo-B tienen anticuerpos contra el grupo-A muy potentes. Esto implica que la severidad y riesgos de las reacciones hemolíticas por incompatibilidad de grupos sanguíneos dependen de cuál sea el grupo de donante y receptor (Tabla 4). Estos aloanticuerpos presentes en gatos también pueden provocar isoeritrolisis neonatal, cuando una hembra de grupo B tiene descendencia con un macho de grupo A (dominante) o AB; los gatitos del grupo A (o AB) ingieren anticuerpos maternos anti-A con el calostro, que provocarán graves reacciones hemolíticas (gran riesgo en razas British shorthair, Sphynx, Devon rex y Cornish)¹⁹.

Grupo Sanguíneo Donante	Grupo Sanguíneo Receptor	Reacción incompatibilidad
A	A	Ninguna
B	B	Ninguna
B	A	Leve
A	B	Muy grave

Tabla 4. Reacciones por incompatibilidad de grupos sanguíneos en gatos.

En la actualidad existen en el mercado varios tests comerciales para determinar si un perro es positivo o negativo al antígeno DEA-1.1., y si un gato es del grupo A o B (Figs. 3a ,3b). Se basan en técnicas de aglutinación utilizando antisueros mono o policlonales, bien sobre una tarjeta (Rapidvet, DMS laboratories, Flemington NJ), o mediante una reacción cromatográfica en un cartucho de muy fácil lectura (Alvedia DME, Lyon Francia); también está ya disponible otra prueba bastante específica (similar a la empleada en medicina humana) que consiste en una reacción en columna de gel en microtubos (DiaMed, Cressier, Suiza). En perros, debería determinarse siempre si el donante es DEA 1.1. positivo o negativo, debiendo determinarse también el grupo del receptor cuando la sangre a transfundir sea DEA 1.1. positiva. En gatos, debe determinarse siempre el grupo sanguíneo de

donante y receptor, y también en hembras reproductoras para prevenir la isoeritrolisis neonatal.

Pruebas cruzadas

Mientras que el tipaje de sangre detecta la presencia de los antígenos del grupo sanguíneo en la membrana eritrocitaria, las pruebas cruzadas o *crossmatching* determinan la posible presencia de anticuerpos en el plasma de donante y receptor, que pudieran dar lugar a reacciones de incompatibilidad^{20,21}. Deben realizarse siempre que exista algún riesgo de incompatibilidad (cuando no sea posible determinar el grupo sanguíneo en gatos, y en todos los gatos y perros que ya hayan recibido una transfusión previa). La prueba de reacción cruzada *mayor* comprueba si el receptor posee anticuerpos frente a los antígenos eritrocitarios del donante (poniendo en contacto plasma del receptor con GR del donante), mientras que la *menor* comprueba si el plasma del donante contiene anticuerpos frente a los antígenos de los eritrocitos del receptor. También se debe incluir una reacción *control*, en la que se mezclan eritrocitos y plasma del receptor. Si se produce hemólisis y/o aglutinación en la reacción cruzada

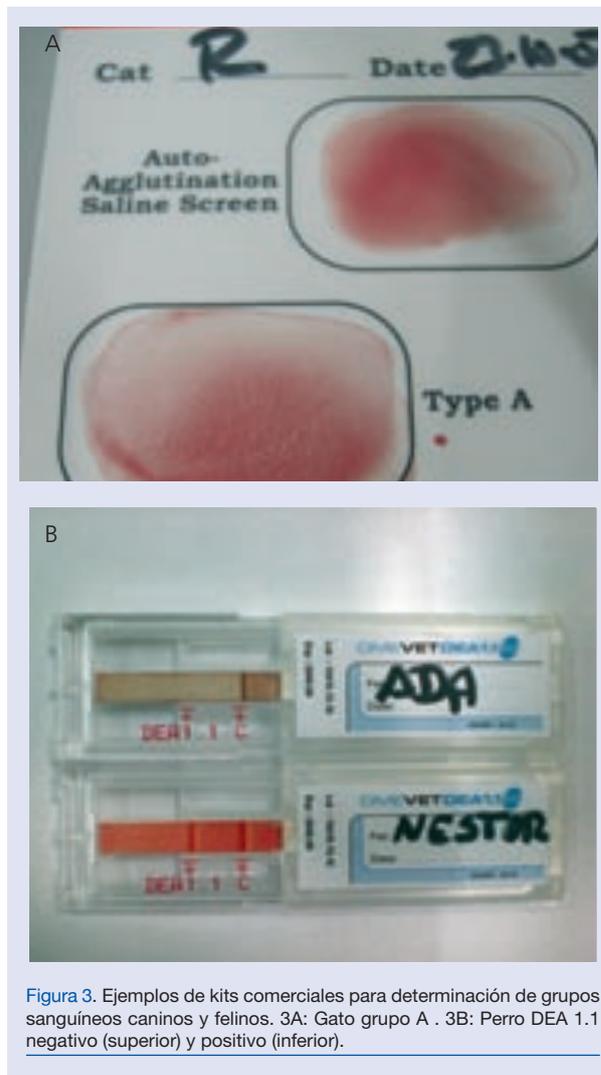


Figura 3. Ejemplos de kits comerciales para determinación de grupos sanguíneos caninos y felinos. 3A: Gato grupo A. 3B: Perro DEA 1.1 negativo (superior) y positivo (inferior).

mayor, no se podrá realizar la transfusión (el Receptor tiene anticuerpos contra los eritrocitos del Donante). Si existe hemólisis y/o aglutinación en la reacción cruzada menor, se podrá realizar la transfusión, aunque vigilando estrechamente al paciente (el Donante tiene anticuerpos contra el Receptor, pero la cantidad incluida en la sangre a transfundir no implica riesgos graves). El grado de aglutinación se expresa de 1+ a 4+. La presencia de base de autoaglutinación y/o de hemoglobinemia en el receptor impide la interpretación de estas pruebas. Para la correcta realización de las pruebas cruzadas hay que lavar los eritrocitos de Donante y Receptor varias veces (mediante centrifugación con C1Na 0.9%)^{20,21}, por lo que pueden no ser prácticas en una situación de urgencia. En estos casos, aunque sean mucho menos fiables, se pueden realizar unas pruebas de compatibilidad simplificadas, sin lavar los GR: simplemente se centrifuga la sangre del Donante y del Receptor, y se realizan las tres reacciones (mayor, menor y control) sobre tres portaobjetos mezclando en cada uno de ellos 3 gotas de plasma y 1 gota de GR, dejando incubar 2-5 minutos, y mirando al microscopio si existe aglutinación.

Recientemente han salido al mercado dos kits comerciales para realizar las pruebas cruzadas de forma rápida y fiable, por lo que resultan muy recomendables incluso en situaciones de urgencia (DMS Laboratories y DiaMed Laboratories, este último requiere cierto equipamiento).

Extracción y manejo de la sangre²²⁻²⁴

Los requisitos generales que debe cumplir el donante se resumen en la Tabla 5. Por lo general, la donación se completará en diez o quince minutos aproximadamente. En perros no suele ser necesaria la sedación, pero sí en gatos: una buena elección es la combinación de ketamina a 5-10 mg/kg y diazepam a 0.5 mg/kg por vía intravenosa. En cualquier caso, se evitarán fármacos que provoquen hipotensión/bradicardia (acepromacina, medetomidina etc).

Adultos jóvenes, en buen estado general de salud, al día de vacunaciones/desparasitaciones
Que no hayan recibido transfusiones
Con un peso mínimo para poder extraer un volumen significativo de sangre sin riesgos: Perros >25 kg . Gatos ≥4 kg
Libres de enfermedades transmisibles por vía hematogena (variable según área geográfica): Perros libres de : Ehrlichiosis , Leishmaniosis, Filariasis, Babesiosis y Anaplasma Gatos libres de: FeLV, FIV, PIF, Toxoplasmosis, Filariasis
Analítica mínima recomendada: - Hemograma completo y proteínas plasmáticas totales, incluyendo examen del frotis en busca de posibles hemoparásitos. (Hcto mínimo 40% en perros, 30-35% gatos) - Perfil renal , perfil hepático, glucosa

Tabla 5. Características del donante.

En función del uso que se le vaya a dar a la sangre, la recogida se hará en bolsas comerciales simples (sangre completa), en bolsas dobles, que constan de una bolsa principal con el anticoagulante y otra satélite sin anticoagulante (para la separación del Plasma o Plasma Rico en Plaquetas), o incluso en bolsas triples (bolsa principal con dos bolsas satélites, para separación de crioprecipitado y/o concentrado de plaquetas).

Extracción en perros

En perros se utilizan las bolsas comerciales de humana, que contienen 63 ml de CPD-A₁ (citrato-fosfato-dextrosa-adenina) para la extracción de un volumen total de sangre de 450 ml. El mejor punto para extraer sangre de un donante es la vena yugular. Con el animal en decúbito lateral se rasura el cuello, se limpia la zona de forma



Figura 4. Extracción sanguínea de la vena yugular en un donante canino.



Figura 5. Agitador-Balanza automático para las bolsas de sangre durante la extracción.

aséptica, y se canula con la aguja que viene acoplada al sistema de extracción de la bolsa (Fig. 4). La bolsa se mantendrá más baja que el paciente para que la sangre fluya por gravedad, y en agitación continua (manual o mecánica), pesándola periódicamente hasta completar el volumen deseado (aproximadamente 500 g) (Fig. 5).

Extracción en gatos

Aunque se pueden adquirir, a partir de EEUU, bolsas y sistemas de extracción específicos para gatos que hacen posible obtener volúmenes sanguíneos pequeños en sistemas cerrados, su uso en nuestro país es poco común. En su defecto, lo más práctico es extraer la sangre de la vena yugular con una palomilla acoplada a jeringas de 20 ml que previamente se han llenado con CPDA₁ (a razón de 1 ml por cada 9 ml de sangre) obtenido a partir de una bolsa comercial humana (Figs.6 y 7). También se puede utilizar como anticoagulante citrato 3,8% en la misma proporción, o bien heparina sódica a razón de 5-10 UI/ml de sangre. La sangre recogida en las jeringas se introduce en la bolsa previamente vaciada del resto de anticoagulante, a partir de la cual se transfundirá. La sangre recogida de este modo no se debe almacenar más de 24 horas por riesgo de crecimiento bacteriano, ya que se trata de un sistema abierto (o 12h en caso de utilizar citrato sódico o heparina como anticoagulante).

En perros se pueden extraer hasta 20 ml/kg de sangre cada 4 semanas y no es necesario reponer con fluidos el volumen extraído. En gatos se pueden extraer 10 ml/kg cada 4 semanas, o hasta 60 ml/gato si es una donación esporádica, y en este caso es conveniente reponer el volumen extraído con un cristaloiide isotónico.

Una vez finalizada la extracción hay que sellar herméticamente la bolsa (por calor o realizando algunos nudos bien apretados), procediéndose a continuación a su centrifugación si se va a separar en distintos componentes (plasma, etc).

Administración de la transfusión ^{1,22,25,26}

Técnica de administración

Si la SC o CGR estaban en refrigeración y se van a transfundir cantidades significativas, se deben recalentar en un baño a 37°C (nunca someter a >38°C), hasta que alcancen una temperatura entre 25-35°C. Si se trata de PFC, habrá que descongelarlo en un baño a 37°C, o en caso de urgencia se puede acelerar su descongelación en un microondas utilizando potencia baja (<700 W) a intervalos de 10 segundos. Durante toda la transfusión hay que intentar mantener la sangre/plasma a unos 30-35°C.

Todos los productos sanguíneos deben administrarse mediante equipos de infusión con filtro. Los sistemas comerciales suelen tener un filtro de 170 micras, suficiente para impedir el paso de pequeños coágulos o agregados celulares. También se puede administrar la sangre con una



Figura 6. Preparación de material para extracción de sangre de donante felino.



Figura 7. Extracción sanguínea de la vena yugular a un donante felino.

jeringa si ésta se acopla a un filtro de neonatos específico (diámetro 40-80 micras). La transfusión se puede administrar en cualquier vena accesible (normalmente yugular o cefálica) (Figs.8 y 9). En neonatos o animales en los que no se pueda conseguir un acceso a una vena, se pueden administrar por vía intraósea y en último caso intraperitoneal (esta última es poco recomendable, ya que la absorción es muy lenta).

Durante su administración, la sangre no debe mezclarse con ningún fluido que contenga calcio (como por ejemplo Ringer-Lactato), ya que el calcio podría provocar la coagulación en el sistema o cánula. Para evitar riesgos, no conviene mezclarla con nada excepto CINA 0.9%.

Volumen a administrar

Sangre Completa o Concentrado de GR: En términos generales, para las anemias no hipovolémicas se aplica la siguiente fórmula (siempre que el donante tenga un Hcto normal):

- Transfundir 2,2 ml/kg de SC produce un incremento del Hcto del 1%.
- Transfundir 1 ml/kg de CGR produce un incremento del Hcto del 1%.

Conviene determinar el Hcto. antes y 1-2 horas después de la transfusión, para comprobar que el incremento alcanzado sea el calculado con esta fórmula. Si el incremento es considerablemente inferior, hay que asumir que los eritrocitos transfundidos se están destruyendo o perdiendo. No obstante, el Hcto. no se estabiliza hasta 24 horas después de la transfusión, cuando el volumen administrado se ha distribuido y equilibrado (en ausencia de sangrado/hemólisis, el 70% de los GR transfundidos deben mantenerse intactos tras 24h); en consecuencia, es conveniente realizar otro Hcto. al cabo de 24-48 horas posttransfusión. La vida media de los eritrocitos transfundidos es de unos 21-48 días. Antes de la transfusión de CGR, se añadirán 50-70 ml de CNa 0,9% a la bolsa para reducir su viscosidad.

Plasma: En coagulopatías, el plasma se debe administrar "a-efecto", es decir, hasta que el sangrado cesa o se normalizan los tiempos de coagulación. En general, la dosis de partida es de 6-10 ml/kg.

Concentrado de Plaquetas: En general las dosis son de una unidad por cada 10 kg de peso (en pacientes humanos la transfusión de 1 unidad aumenta el número de plaquetas en 5000-7000/ μ l); la vida media de las plaquetas transfundidas suele ser 3-5 días. Si el paciente ha recibido anteriormente transfusiones de SC, es muy probable que haya desarrollado anticuerpos contra antígenos plaquetarios y que destruya las plaquetas transfundidas rápidamente.

Velocidad de administración

Dependerá de la gravedad de la patología. La pauta general en anemias normovolémicas es usar una velocidad más lenta (unos 3 ml/kg/h) durante los primeros 30 minutos, y si no existe reacción adversa, incrementar a 5-10 ml/kg/h el resto de la transfusión. Dado que el volumen vascular en la especie felina es menor que en la canina, puede ser recomendable mantener una velocidad de infusión más bien conservadora en gatos. La transfusión debe completarse en un periodo máximo de 4 horas para evitar riesgos de crecimiento de microorganismos. En casos de shock hipovolémico se puede llegar hasta 20 ml/kg/h o incluso más si fuera necesario. Por el contrario, en pacientes con riesgo de sobrecarga de volumen (como cardiópatas) no conviene superar los 2-4 ml/kg/h. El plasma se suele infundir a 6-10 ml/kg cada 4-12 horas.



Figura 8. Administración de un concentrado de glóbulos rojos a un perro anémico.



Figura 9. Administración de sangre fresca a un gato politraumatizado.

Monitorización del paciente

Para detectar precozmente posibles signos de reacciones adversas hay que vigilar estrechamente al paciente durante y hasta 1-2 horas después de la transfusión, monitorizando pulso, frecuencia cardíaca y respiratoria, temperatura, color de mucosas y TRC.

Indicaciones	Producto	Volumen
Anemias hipovolémicas (Hemorrágicas)	SCF (ó CGR + PFC)	- 10-20 ml/kg - Calcular por la fórmula: 2.2ml/kg de SC aumenta 1% el Hcto
Anemias normovolémicas (Hemolíticas, Hipoproliferativas)	CGR	- 6-10 ml/kg - Calcular por la fórmula: 1ml/kg de CGR aumenta 1% el Hcto
Trombocitopenia	Concentrado Plaquetas (Plasma Rico en Plaquetas)	1 unidad /10 kg, cada 8-12h
	En su defecto, SCF	10-20 ml/kg cada 24h
- Deficiencia de factores de la coagulación - Hipoproteinemia	PFC (ó PF)	6-12 ml/kg cada 8-12h
	En su defecto, SCF	10-20 ml/kg
- Hemofilia A - Enfermedad von Willebrand - Hipofibrinogenemia	Crioprecipitado	1 unidad / 10 kg
	En su defecto, PFC (PF)	6-12 ml/kg cada 8-12h

Tabla 6. Resumen de Productos sanguíneos, indicaciones y dosis.

Reacciones adversas²⁷⁻²⁹

Se clasifican en: inmunomediadas y no-inmunomediadas. La mayoría de ellas pueden evitarse si se selecciona de forma adecuada el donante y el producto sanguíneo, y aplicando técnicas de manejo/administración correctas.

Reacciones Inmunomediadas

Son reacciones hemolíticas, y pueden ser agudas o retardadas.

Reacciones Inmunomediadas Agudas: Son las más peligrosas. Están provocadas por reacciones de hipersensibilidad de tipo I o tipo II. Las de tipo I pueden ocasionar signos de shock anafiláctico, mientras que las de tipo II suelen cursar con hemólisis intravascular aguda por reacción de anticuerpos del receptor contra los eritrocitos del donante. Los signos aparecen generalmente 1-2 horas tras el inicio de la transfusión, consistiendo en temblores, taquicardia, taquipnea, aumento de la temperatura, vómitos, urticaria y hemoglobinemia/hemoglobinuria. En casos extremos puede desencadenarse una CID, un fallo renal agudo por filtración de hemoglobina libre (menos frecuente en perros y gatos que en humanos) o incluso una parada cardiorrespiratoria. El tratamiento consiste en primer lugar en suspender la transfusión, junto con fluidoterapia con cristaloides isotónicos, corticosteroides de acción rápida vía IV (metilprednisolona hasta 10 mg/kg, dexametasona 1 mg/kg), antihistamínicos (difenhidramina 2-4 mg/kg -no disponible por vía parenteral en España- alternativa: dexclorfeniramina maleato inyectable) y, si hay hipotensión severa, dopamina (5-10 µg/kg/min). En casos de riesgo vital (shock anafiláctico agudo) puede ser necesaria la administración de epinefrina.

Reacciones Inmunomediadas Retardadas: Son menos graves y más frecuentes. Se producen al cabo de 3 a 15 días postransfusión, y se caracterizan por un inesperado descenso del Hcto. que puede ir acompañado de fiebre,

anorexia y un resultado positivo en el test de Coombs. Si son severas, el tratamiento consiste en corticosteroides a dosis inmunosupresoras y, si se sospecha de algún proceso infeccioso, antibióticos de amplio espectro.

Reacciones no-inmunomediadas

Suelen producirse como consecuencia de alteraciones de los productos sanguíneos durante su obtención o almacenaje o por administración de volúmenes/velocidades excesivos. La *sobrecarga de volumen* se manifiesta por aumento de la presión venosa central (distensión yugulares), taquipnea-disnea, tos, congestión de mucosas y auscultación de crepitaciones húmedas en pulmón. Hay mayor riesgo en pacientes con cardiopatías o anemias normovolémicas crónicas, y en gatos. El tratamiento consiste en reducir la velocidad o suspender la transfusión, diuréticos (furosemda 2-6 mg/kg IV) y oxigenoterapia. La sangre transfundida puede *contaminarse con microorganismos* por un mal manejo (durante obtención, conservación o administración): el animal presentará signos de infección (hipertermia, anorexia,...) y el tratamiento consiste en antibioterapia (lo ideal es realizar hemocultivos, o cultivos de la sangre que se está transfundiendo si se manifiesta antes de finalizar la transfusión). También puede presentarse *hipocalcemia* por exceso de anticoagulante en la sangre transfundida (hay un mayor riesgo en pacientes con insuficiencia hepática, incapaces de metabolizar adecuadamente el exceso de anticoagulante): se manifiesta con signos típicos de hipocalcemia (temblores, arritmias cardíacas). El tratamiento consistirá en administrar gluconato cálcico 10% a 0,6 ml/kg, con mucha precaución y sólo en casos realmente graves. Con relativa frecuencia pueden aparecer *reacciones febriles*, mediadas por pirógenos incluidos en el producto transfundido, por lo general sin importancia clínica. A veces pueden aparecer *vómitos*, casi siempre asociados a una velocidad de transfusión excesiva.

Title**Blood transfusions in dogs and cats****Summary**

Transfusion therapy is very often indicated in canine and feline patients. In this article, we review the different blood components available at present time for transfusion in dogs and cats, as well as their indications, preparation and administration. An update on feline and canine blood types and crossmatching is included, as well as how and when to determine them. Finally, potential adverse reactions to transfusions and their management are described.

Key words: Transfusion, whole blood, packed red blood cells, plasma, blood types.

Bibliografía

- Day, M.; Mackin, A.; Littlewood, J. "Manual of small animal hematology and transfusion medicine", Ed BSAVA. 2000
- Green, MT; *Transfusion Medicine* In "The Veterinary ICU Book" , Ed Teton New Media (Jackson US), 2002: pp 189-201
- Logan, JC; Callan, MB; Drew, K et al: Clinical indications for use of fresh frozen plasma in dogs: 74 dogs (October through December 1999). *J Am Vet Med Assoc.* 2001; 218 9: 1449-55
- Stokol, T; Parry, B; Efficacy of fresh-frozen plasma and cryoprecipitate in dogs with von Willebrand's disease or hemophilia A. *J Vet Intern Med.* 1998; 12(2): 84-92
- Throop JL; Kerl MN, Cohm LA.; Albumin in health and disease: protein metabolism and function *Compend Cont Educ Pract Vet* . 2004; 26 (12) :932-939
- Mazzaferro EM; Rudloff E; Kirby R: The role of albumin replacement in the critically ill veterinary patient *J Vet Emerg Crit Care* 2002; 12 (2):113-124
- Cohn LA, Kerl ME.; Lenox CE et al: Response of healthy dogs to infusions of human serum albumin. *Am J Vet Res* 2007; 68:657-663
- Martin LG; Luther TY; Alperin DC; Gay JM; Hines SA. Serum antibodies against human albumin in critically ill and healthy dogs *J Am Vet Med Assoc* 2008; 232 (7):1004-9
- Chan DL; Rozanski EA; Freeman LM; Rush JE; Retrospective evaluation of human serum albumin use in critically ill dogs *J Vet Emerg Crit Care* 2004;14(S1):S8
- Mathews, K.; Barry, M.; The use of 25% human serum albumin: outcome and efficacy in raising serum albumin and systemic blood pressure in critically ill dogs and cats *J Vet Emerg Crit Care* 2005; 15 (2): 110-118
- Leese T; Holliday M.; Watkins M. et al: A multicentre controlled clinical trial of high-volume fresh frozen plasma therapy in prognostically severe acute pancreatitis. *Ann R Coll Surg Engl* 1991;73:207-214
- Prittie, J: Canine parvoviral enteritis: a review of diagnosis, management, and prevention *J Vet Emerg Crit Care* 2004; 14(3):167-176
- Rebulla P.: Revisitation of the clinical indications for the transfusion of platelet concentrates. *Rev Clin Exp Hematol* 2001; 5:288-310
- Hohenhaus AE: Importance of blood groups and blood group antibodies in companion animals. *Transfus Med Rev* 2004;18:117-126.
- Blais MC, Berman L.; Oakley DA, Giger U: Canine Dal Blood Type: A Red Cell Antigen Lacking in Some Dalmatians 2007 *J Vet Intern Med* ; 21 (2): 281-286
- Griot-Wenk ME.; Giger U: Feline transfusion medicine: feline blood types and their clinical importance *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1995;25 (6):1305-1322
- Knottenbelt CM.: The feline AB blood group system and its importance in transfusion medicine *J Fel Med Surg* 2002; 4:69-76
- Weinstein NM, Blais MC, Harris K et al : A Newly Recognized Blood Group in Domestic Shorthair Cats: The Mik Red Cell Antigen *J Vet Intern Med* 2007; 21 (2): 287-292
- Bucheler J. Fading kitten syndrome and neonatal isoerythrolysis. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1999;29:853-70.
- Giger U: Blood typing and cross-matching to ensure compatible transfusions. En Bonagura JD (ed): Kirk's current veterinary therapy XIII, 2000, Saunders Philadelphia
- Haldane S; Roberts J; Marks S; Raffe MR: Transfusion Medicine. *Compend Cont Educ Pract Vet* 2004 ; 26 (7): 503-518
- Blood transfusions. BSAVA's Scientific Committee. British Small Animal Veterinary Association. *J Small Anim Pract.* 2000; 41(9): 431-4
- Knottenbelt, C; Mackin, A; Blood transfusions in the dog and cat. Part 1. Blood collection techniques. *In Practice* 1998 20: 110-114
- Knottenbelt, C; Mackin, A; Blood transfusions in the dog and cat. Part 2. Indications and safe administration. *In Practice.* 1998 20: 191-99
- Lanevski, A; Wardrop, K J; Principles of transfusion medicine in small animals. *Can Vet J.* 2001; 42(6): 447-54
- Castellanos, I; Couto CG; Gray TL.: Clinical use of blood products in cats: a retrospective study (1007-2000). *J Vet Intern Med* 2004; 18:529-532
- Harrel, K; Kristensen, A; Parrow, J: Canine Transfusion Reactions. Part I. Causes and Consequences. *Compend Cont Educ Pract Vet* . 1997;19 (2):181-89
- Harrel, K; Kristensen, A; Parrow, J: Canine Transfusion Reactions. Part II. Prevention and treatment. *Compend Cont Educ Pract Vet* . 1997;19 (2):193-99
- Bracker, KE; Drellich, S: Transfusion Reactions. *Compend Cont Educ Pract Vet*, 2005; 27 (7):500-512