

94  
20f

# LA TRANSFUSION DE SANGRE ENTERA EN EL PERRO

TRABAJO FINAL ESCRITO DEL II SEMINARIO  
DE TITULACION EN EL AREA DE: ANIMALES  
DE SERVICIO Y COMPANIA (PERROS Y GATOS).

PRESENTADO ANTE LA DIVISION DE ESTUDIOS  
PROFESIONALES DE LA  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA  
DE LA  
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

PARA LA OBTENCION DEL TITULO DE:  
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P O R :

RAUL GARCIA GARCIA

ASESOR: M.V Z. LUIS RAMIREZ ORTIZ

MEXICO D. F.

JUNIO 1991

FALLA EN ORIGEN





## **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 está 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.

## C O N T E N I D O

	Página
RESUMEN .....	1
INTRODUCCION .....	3
ESTRUCTURA DEL ERI'TROCITO .....	5
COMPOSICION DEL ERI'TROCITO .....	5
BASES FISIOLOGICAS .....	6
CALIDAD DE LA PERFUSION CAPILAR Y PAPEL DE LA MEMBRANA DEL ERI'TROCITO .....	9
GRUPOS SANGUINEOS .....	11
PRUEBAS DE REACCION CRUZADA .....	12
SELECCION DEL DONADOR .....	13
COLECCION DE LA SANGRE .....	14
ALMACENAMIENTO Y CONSERVACION DE LA SANGRE .....	15
INDICACIONES PARA EL USO DE LA SANGRE ENTERA Y SUS COMPONENTES .....	18
ADMINISTRACION Y CALCULO DE LA SANGRE A TRANSFUNDIR .....	21
COMPLICACIONES .....	22
DISCUSION .....	24
LITERATURA CITADA .....	25

## RESUMEN

GARCIA GARCIA RAUL. La Transfusión de Sangre Entera - en el Perro: II Seminario de Titulación en el Area de Animales de Compañía (Perros y Gatos).

Bajo la supervisión de: M. V. Z LUIS RAMIREZ ORTIZ.

El uso actual de la sangre entera como terapéutica en varias enfermedades que cursen con pérdida del volumen sanguíneo, colapso vascular, baja en la capacidad de transporte del oxígeno y desórdenes de la coagulación, ha ido en aumento debido a su probada eficacia. Desde la primera cita con respecto a la transfusión de sangre en los animales hasta nuestros días la transfusión de sangre ha incrementado su importancia y sus logros en Medicina Veterinaria gracias a los estudios sobre la estructura y fisiología del eritrocito, los cambios físico-químicos que sufre durante la colección, almacenamiento y utilización de los mismos. El descubrimiento de los grupos sanguíneos y la utilización de pruebas de laboratorio y de pruebas cruzadas para un mejor control de la sangre; el establecimiento de características del donador de sangre, las mejoras en el almacenamiento y control de la sangre, el cálculo más exacto de las dosis a utilizar y las indicaciones más precisas así como la prevención y tratamiento de las posibles complicaciones que podría ocasionar una transfusión sanguínea incompatible, son una clara muestra de los grandes avances que se han logrado en este campo. Sin embargo, aún falta mucho por estudiar y actualmente no obstante las grandes ventajas que nos ofrece la transfusión sanguínea como arma terapéutica se utiliza poco en la práctica.

ca, ya sea por falta de conocimiento de muchos médicos, por la falta de un banco de sangre y de un donador permanente - con todas las características deseables o por el costo que implica el equipo , pruebas de control de calidad, almacenamiento y personal técnico.

## I N T R O D U C C I O N

Desde los tiempos más remotos la sangre ha sido foco de atención y estudio de la humanidad. Antiguas referencias médicas indicaban el uso de la sangre como terapéutica "física-religiosa", en enfermedades fisiológicas. En la actualidad la sangre y sus componentes han incrementado su importancia en la Medicina Humana y Veterinaria puesto que su adecuada utilización puede mejorar o curar al paciente. (8)

Hoy en día la transfusión sanguínea es aceptada como medida terapéutica en enfermedades hemolíticas, hemorragias masivas agudas, colapso cerebral, hipoxia tisular, restauración del volumen sanguíneo, anemia no regenerativa y en deficiencia de factores de coagulación, entre otras. (1, 4, 8, 15, 17)

En Medicina Veterinaria, la transfusión sanguínea requiere de selección de donadores, estudios sobre compatibilidad de la sangre y procedimientos para su almacenamiento y su administración. Existen pocos estudios dirigidos al almacenamiento y conservación de ésta, los cuales son factores limitantes para el uso adecuado de la sangre como medida terapéutica. (10, 14)

La primera cita que se tiene respecto a la transfusión sanguínea en especies animales se debe a Richard Lower, quien en el año de 1665, sangró a un perro y al mismo tiempo le inyectó por la yugular la sangre procedente de la carótida del perro donador, en ese mismo año la Real Academia de Medicina propone la transfusión sanguínea como medida curativa. (9)

En 1900 Landsteiner demuestra la presencia de isoaglutinas y dividió la sangre en tres grupos habiendo observado -- que los fenómenos de aglutinación se presentan en sangres --

heterólogas.

En 1902 De Castello y Sturli añade un cuarto grupo, siendo Ottenberg el que modifica las técnicas anteriores, para demostrar la aglutinación, siendo desde entonces el método de laboratorio empleado para conocer los grupos sanguíneos en las personas .

Desde 1930 se han llevado a cabo ensayos sobre la conservación de la sangre a cuatro grados centígrados y a temperatura ambiente. (3)

Struma y Col., así como otros autores demostraron que la supervivencia de los eritrocitos conservados de este modo no era adecuada. (3)

En 1940 Maizels y Mollison, intentaron mejorar la conservación de la sangre a 4°C añadiendo glucosa, que es el sustituto inicial de la glucólisis. (3, 8)

Sin embargo, la esterilización de la mezcla citrato de sodio-glucosa provocaba, la caramelización de la glucosa.

En 1943 Lout y Col., observaron que al añadir ácido cítrico a la mezcla se impedía esta solidificación. Este fue el descubrimiento de una de las soluciones anticoagulantes y preservativas de la sangre total, el ácido-citrato-dextrosa (A C D), que se ha utilizado con mayor frecuencia en los últimos años. (3)

El metabolismo del eritrocito es el que determina la viabilidad de la sangre almacenada. Es obvio que el ambiente artificial en la que es almacenada después de sangrar es un pobre sustituto del ambiente del eritrocito en la circulación sanguínea. La solución ácido-citrato-dextrosa, previene la coagulación sanguínea y proporciona nutrientes para

el metabolismo de las células sanguíneas durante el almacenamiento.

#### ESTRUCTURA DEL ERITROCITO

El eritrocito es la única célula de los mamíferos que en su fase madura no contienen núcleo o estructuras nucleares metabólicas, sin embargo, puede vivir de tres a cuatro meses (7, 13). Durante este tiempo de vida el eritrocito viaja a través de miles de tubos de varios tamaños liberando oxígeno a los tejidos. La supervivencia de todas las células del cuerpo dependen del propio funcionamiento del eritrocito; viajan conteniendo una concentración de hemoglobina dentro de la membrana. (1, 2, 7)

Al comienzo del desarrollo fetal se producen glóbulos rojos nucleados en el saco vitelíneo. Después los órganos relacionados con la formación del eritrocito son el hígado, el bazo y los nódulos linfáticos.

En la vida postnatal de los mamíferos la médula ósea es el único órgano de la eritropoyesis (2, 13)

#### COMPOSICION DEL ERITROCITO

Contienen del 62 al 72% de agua; de sólidos el 35% y de esta cantidad la hemoglobina constituye alrededor del 95%.

Sus principales funciones son transportar el oxígeno a los tejidos y, en menor extensión, dióxido de carbono de los tejidos a los pulmones y el control del pH sérico (3, 16). El 5% restante de los sólidos son: proteínas del estroma y membrana celular; lípidos, tales como fosfolípidos (lecitina, cefalina, esfingo-mielina), colesterol libre, colesterol esterificado y grasa neutra; vitaminas que funcionan como coenzimas; glucosa, enzimas como colinesterasas, anhidrasa carbó

nica, vertidasas y acuellas relacionadas con la glucólisis y minerales como el fósforo, azufre, cloro (principal anión intracelular), magnesio, potasio y sodio. (2)

En el perro el sodio se encuentra en mayor cantidad que el potasio en el eritrocito, la duración de vida del eritrocito en el perro es de 120 días. (1, 2)

#### BASES FISIOLÓGICAS

**Transporte de Oxígeno:** El eritrocito es un saco de hemoglobina cuya misión es el transporte de oxígeno desde el pulmón hacia los tejidos. Esto se efectúa a lo largo de varias etapas: la primera de ellas es la captación del oxígeno a nivel de los pulmones, la cual depende en gran medida de la cantidad y calidad de la hemoglobina (1) y de la función pulmonar. (11)

La segunda etapa, consiste en el transporte de dicho oxígeno, esta función depende de la capacidad de circulación de la sangre en los vasos sanguíneos, en parte por el gasto cardíaco y los eritrocitos. (3)

La última etapa, es el suministro de dicho oxígeno a los tejidos a nivel capilar; la eficacia de este suministro depende de factores extraeritrocitarios (pH, presión parcial de  $O_2$ ), y eritrocitarios (tasa de hemoglobina circulante y afinidad de la hemoglobina al oxígeno). (11)

En condiciones naturales se sabe que en el perro su sangre sólo transporta 10 ml. de oxígeno por cada 100 ml. de sangre. (1)

La saturación de oxígeno de la hemoglobina está relacionado con la cantidad de hemoglobina y con su capacidad de combinarse con el oxígeno.

Una molécula de hemoglobina está formada por cuatro cadenas de polipeptidos; dos cadenas de alfa y dos cadenas de beta. El grupo hem está contenido en cada cadena de polipeptidos y este grupo hem está formado por un anillo de átomos de carbono, nitrógeno e hidrógeno, denominado porfirina, con un átomo de hierro en el centro. El grupo hem le proporciona a la sangre su color rojo y producen la curva de saturación de la hemoglobina. (1,2)

La afinidad de la hemoglobina por el oxígeno disminuye en función de la concentración de diversos factores en el eritrocito como es el aumento del ión hidrógeno o de la ácidez, de la tensión de dióxido de carbono ( $CO_2$ ), la elevación de la temperatura corporal. (1) un incremento del ión cianuro y una mayor concentración de los tres difosforilicerato (D P G), en el eritrocito. (1, 9, 11)

La difusión del oxígeno a las células a partir de la sangre circulante es un mecanismo complejo, cuyos elementos principales son el pH, la  $\text{PCO}_2$ , la temperatura y la concentración intraeritrocitaria de 2, 3 DPG. (1,3,9,15,17)

El 2, 3-DPG es un metabolito intermedio de la vía de la glucólisis de las pentosas, la concentración de este metabolito sirve de control principal a la afinidad de las hemoglobinas con el oxígeno. Cuando en el eritrocito aumenta la cantidad de 2, 3-DPG, éste se fija en la hemoglobina y con ello la afinidad de ésta por el oxígeno disminuye. A la inversa cuando su concentración es poco elevada, la hemoglobina fija muy fácil al oxígeno. En forma no covalente a los residuos terminales de las dos cadenas beta. (1)

La inhibición o disminución de la glucólisis acarrea una baja de todos los metabolitos intermedios, entre ellos el 2, 3-DPG, la glucólisis es inhibida por la fosfofructoquinasa (PFK), que transforma la fructosa 6, fosfato en fructosa y 1, 6 difosfato, utilizando un ATP como cofactor. El pH óptimo de esta enzima es alcalino, lo cual explica la inhibición de la glucólisis en pH ácido, elevadas concentraciones de ATP inhiben a la enzima PFK, mientras que el aumento de los valores de fosfatos inorgánicos y de la tasa de ADP producen un efecto contrario.

(3)

La tasa de 2, 3-DPG es también resultado de un equilibrio entre su formación y su degradación, así como su repartición entre las dos vías de degradación de la glucosa. La enzima que regula la síntesis del 2, 3-DPG es la misma que asegura la degradación, el pH es el que da el sentido de la reacción. (1, 4, 14)

En estado normal el 20% de la glucólisis se lleva a cabo por la vía del 2, 3-DPG y el resto se transforma directa en 3-PG, siendo el ADP su cofactor. El 2, 3-DPG sólo se fija a la forma desoxi de la molécula de la hemoglobina. (1, 4)

La valoración de la tasa de 2, 3-DPG es uno de los parámetros biológicos más importantes a tener en cuenta para la conservación de la sangre, ya que denota la calidad funcional de la hemoglobina del eritrocito. (3, 6, 13)

#### Calidad de la Perfusión Capilar y Papel de la Membrana del Eritrocito

La perfusión capilar a través de los tejidos es complejo y depende no sólo del gasto cardíaco, sino de fenómenos vasomotores y de la viscosidad sanguínea. (3)

La viscosidad sanguínea depende en gran medida del hematócrito y de la rigidez del eritrocito. El aumento de la viscosidad en sangre conservada en A.C.D. ó C.P.D. a 4°C, se debe a una disminución de la elasticidad de la membrana del eritrocito, precipitación del fibrinógeno, residuos plasmáticos y a la formación de agregados leucocitarios por la temperatura a 4°C.

El mantenimiento de la integridad de la membrana del eritrocito es un factor importante a tomar en cuenta. Las principales funciones de la membrana son: Ayudar a mantener la forma discoide, lo que le confiere una gran flexibilidad que redundará en una disminución de la viscosidad de la sangre en los vasos principales y le permite circular por los capilares de diámetro inferior al suyo. También actúa co-

mo filtro en forma activa, permite el paso de ciertos cationes y de glucosa del medio externo al medio interno del eritrocito. ( 2,17 )

A pesar de no ser elástica, es en general flexible, el mantenimiento de la forma discoidal se debe a la presencia de fuerzas electrostáticas y por consiguiente hay un gasto de energía constante que depende del A T P y este a la vez de iones de calcio. Todos los factores que influyan sobre la forma y flexibilidad del eritrocito pueden influir en la perfusión capilar. ( 3 )

Por consiguiente el conservar la integridad del eritrocito depende en especial de la tasa del A T P libre y del calcio ligado a la membrana, aunque de manera menos importante, existen otros parámetros que pueden influir sobre la membrana del eritrocito: el pH del medio; cuando el pH baja hay aumento de rigidez; la presión del oxígeno; si baja a valores inferiores a 25 mm O<sub>2</sub> los eritrocitos adquieren mayor rigidez; la concentración de electrólitos es también un factor importante para mantener la elasticidad. ( 1<sup>2</sup> )

La integridad de la membrana eritrocitaria y su capacidad de deformación son requisitos necesarios para la buena circulación capilar y la supervivencia posttransfusión. Esta función se evalúa en vivo estudiando la supervivencia de los eritrocitos 24 horas posttransfusión. Este período es suficiente para permitir la eliminación a nivel del bazo y capilares, de los eritrocitos que han sufrido lesiones irreversibles durante el almacenamiento. (1, 3, 6, 9, 10, 11, 12, 13)

El promedio de vida de los eritrocitos recolectado es

de la mitad de la vida media del eritrocito, es decir de -  
50 a 60 días. (1)

#### GRUPOS SANGUINEOS

Se han identificado ocho grupos antigénicos en la membrana del eritrocito, y se identifican con las siglas en inglés "DEA" (dog erythrocyte antigen), y son:

- DEA 1.1
- DEA 1.2
- DEA 3
- DEA 4
- DEA 5
- DEA 6
- DEA 7
- DEA 8.

Y son determinados por genes mediante alelos autosómicos dominantes. (1, 9)

La mayor parte de los antígenos en la superficie del eritrocito son proteínas o carbohidratos, y parecen formar parte de la membrana.

Todos los antígenos de los grupos sanguíneos tienen la capacidad de estimular el sistema inmunocompetente para producir anticuerpos específicos (isoanticuerpos). (1)

Los antígenos DEA 1.1, DEA 1.2 y DEA 7 son los más antigénicos y por lo tanto inducen una mayor estimulación para la producción de isoanticuerpos, el antígeno DEA 1.2 induce reacciones más ligeras que el antígeno DEA 1.1. (1)

La combinación del antígeno eritrocitario con las inmunoglobulinas IgG, IgM y complemento (2, 4, 5, 7), dan como resultado una reacción a la transfusión conocida como hemólisis por hemaglutinación. (8)

La ocurrencia de isoanticuerpos para DEA 1.1 y DEA 1.2 son raras. Las reacciones hemolíticas por transfusión ocurren con mayor frecuencia por la previa administración de sangre incompatible. ( 8 )

El antígeno DEA 7 puede inducir discretas reacciones nostranfuncionales. Los demás grupos sanguíneos poseen poca antigenicidad por lo que las reacciones clínicas a la transfusión tienen poca importancia.

Se estima que el 15% de los perros tienen isoanticuerpos naturales sin haber recibido antes una transfusión de sangre. Dichos anticuerpos son para los grupos 3, 4, 5 y 7, siendo la reacción anti- DEA 7 la más común. ( 1 )

Los grupos DEA 4 y DEA 6 son los antígenos que producen menos isoanticuerpos. ( 1,8 )

#### PRUEBAS DE REACCION CRUZADA

Es de valor limitado, pues sólo detectan incompatibilidad si ha sido sensibilizado el receptor por una transfusión previa, la utilización de estas pruebas antes de la transfusión, no evita la sensibilización del receptor a futuras transfusiones si las células del donador no contienen antígenos idénticos. ( 1 )

Existen dos pruebas cruzadas (mayor y menor). La reacción cruzada mayor se realiza con eritrocitos del donador y suero del receptor y esta indicada cuando se va a transfundir sangre completa o glóbulos rojos; detecta anticuerpos del receptor contra eritrocitos del donador.

En la reacción cruzada menor se efectúa con células - del receptor y suero del donador.

Y se indica antes de realizar transfusiones de sangre completa y plasma y nos ayuda a detectar anticuerpos en el suero del donador contra los eritrocitos del receptor.

Las reacciones cruzadas compatibles no muestran ni -- hemólisis ni aglutinación. Cualquier grado de aglutinación o hemólisis en la prueba mayor se considera indicativo de incompatibilidad y no debe realizarse la transfusión. Si existe una leve aglutinación o hemólisis en la prueba menor se puede realizar la transfusión en caso de emergencia tomando precauciones. (1, 8)

#### SELECCION DEL DONADOR

El donador canino deberá pesar un mínimo de 25 kilogramos (1, 2), buena condición física, no estar obeso o flaco, tener un hematócrito mínimo de 40% y estar inmunizado con todas sus vacunas y además desparasitado, no haber recibido una transfusión de sangre o haber tenido fertación anterior, no tener antecedentes de distemper, hepatitis, leptospirosis, parainfluenza y parvovirus, salir en rangos normales en las pruebas de laboratorio como son biometría hemática, química sanguínea (TGO, TGP, UREA, CREATININA), urinalisis, coproparasitoscopia y pruebas serológicas -- (Brucella canis), y para otros agentes infecciosos como son Ehrlichia canis, Babesia canis, Hemobartonella canis y Trichostrongylus axei, dependiendo de la zona geográfica. -- Además los donadores deben de estar libre de ectoparásitos (pulgas, garrapatas) y endoparásitos (toxocara, ancilostomas), y ser negativos a los antígenos DEA 1.1, 1.2 y 7. - (1, 2, 3, 15, 16, 17)

Si el donador es utilizado repetidas veces, necesita una dieta adicional con suplemento rico en proteínas de origen animal y una adecuada cantidad de precursores de hemoglobina. (17)

#### COLECCION DE LA SANGRE

Los sitios anatómicos para la toma o colección de la sangre son:

La vena cefálica, la vena yugular, la arteria femoral y la arteria carótida, Se pueden utilizar los ventrículos cardiacos sólo en animales que van a ser eutanasiados, ya que la punción provoca fibrilación ventricular, el donador sólo deberá ser anestesiado cuando vaya a ser eutanasiado ya que el anestésico disminuye la presión sanguínea, el sitio de la venopunción deberá ser preparado con las más estrictas normas de asepsia para cirugía. (17)

La colección de sangre, debe ser rápida e ininterrumpida y ejecuta con una simple punción en el vaso sanguíneo para evitar daño celular y la activación de los factores de la coagulación. (17)

La sangre y el anticoagulante deben mezclarse muy suave durante la colección, si la sangre se colecta en más de 10 minutos, es por mala venopunción y lento fluir de la sangre. (15, 17)

La muestra se debe identificar, marcar y guardar en refrigeración si va a ser almacenada. (6)

A un donador idóneo se le puede extraer o rca de 22 ml./kg. (1, 17), cada 21 días y esta cantidad rinde para una unidad de sangre que consiste en 450 ml. de sangre recolectada en bolsa de plástico que contiene 63 ml. de CDP ó 50 ml. de ACD para 460 ml. de sangre. (17)

ALMACENAMIENTO Y CONSERVACION DE  
LA SANGRE

Los anticoagulentes que se utilizan con más frecuencia en los recipientes para colección de sangre son:

- a) Solución ácido cítrico dextrosa (A C D), sólo o con adenina (1, 6, 8, 11, 14, 17)
- b) Solución citrato fosfato dextrosa (C P D), sólo o con adenina. (1, 6, 8, 11, 17).

El objetivo fundamental de los procedimientos de colección, operación, almacenamiento y envío son:

- 1.- Mantener la viabilidad y función de cada elemento y sus componentes.
- 2.- Prevención de los cambios físicos detrimentales de los constituyentes de la sangre.
- 3.- Minimizar la proliferación bacteriana.

Las soluciones preservativas, evitan la coagulación y proporcionan nutrientes para el metabolismo propio de las células durante el almacenamiento. Como con otros sistemas de supervivencia los eritrocitos dependen de su integridad durante el almacenamiento y un delicado balance bioquímico de muchas sustancias, en especial la glucosa, ión - hidrógeno (pH), 2, 3-DPG y el adenosin trifosfato (A T P). (15, 17)

La composición de los medios preservativos es como sigue:

		CPD	ACD
Dextrosa	(g)	2.55	1.47
Citrato de sodio	(g)	2.63	1.32
Acido cítrico	(g)	0.325	0.48
Fosfato sódico diésico		0.222	-0-

	<u>GPD</u>	<u>ACD</u>
Trisodio escorbato 2-fosfato (g)	0.406	-0-
Agua (ml.)	100	100
pH	7.0	5.0
#Ajustado con hidróxido de sodio		
ml. de la solución preservativa		
para 100 ml. de sangre	17.5	2.5

#### RECIPIENTES DE ALMACENAMIENTO

Existen tres tipos de recipientes que son usados en el almacenamiento de la sangre, botellas de vidrio al vacío, -- bolsas de plástico y jeringas de plástico. ( 1 )

La colección de sangre en bolsa de plástico se prefiere a las botellas por cuatro razones:

- 1.- Las bolsas son irrompibles.
- 2.- Las bolsas requieren menor espacio de almacenamiento antes y después de la colección.
- 3.- Disminuye el trauma mecánico de los eritrocitos.
- 4.- Las plaquetas no se adhieren a la pared de la bolsa.

Una posible desventaja podría ser la presencia de este res de oxalato del plástico que han sido identificados en tejidos humanos, seguidos de transfusión. Las jeringas de plástico son usadas en la colección de sangre felina. Mientras la sangre esta almacenada, a diario hay que agitarla en forma suave para ayudar al mantenimiento de los niveles de A T P, glucosa y 2,3-D P G .

El metabolismo del eritrocito es el que determina la viabilidad de la sangre almacenada, el ambiente artificial en la que es almacenada la sangre es un pobre sustituto del ambiente natural del eritrocito en la circulación sanguínea.

La solución ácido-citrato-dextrosa, previene la coagu-

lación sanguínea, y proporciona nutrientes para el metabolismo de las células sanguíneas durante el almacenamiento. Como con otros sistemas de conservación (ácido-citrato-dextrosa-adenina; ácido-citrato-dextrosa; citrato-fosfato-dextrosa-adenina, entre otros), la supervivencia de los eritrocitos depende de la integridad de su membrana durante el almacenamiento ( 14,17 ), y el balance bioquímico de varias sustancias especialmente la glucosa, ión hidrógeno (pH), adenosintrifosfato (A T P ) y el 2,3-difosfoglicerato (2,3-DPG). ( 3,6,7, 8,11,13,15,16,17 )

Este balance se mantiene cuando la sangre es almacenada y conservada a temperaturas de 1-6 grados centígrados, sin embargo, la membrana del eritrocito almacenado conforme pasa el tiempo, poco a poco pierde su integridad y su flexibilidad, e incrementa su fragilidad ( 11 ); el sodio penetra al eritrocito, el potasio escapa del mismo y el plasma se acidifica. Estos cambios son reversibles los primeros días de almacenamiento, pero como la lesión de almacenamiento llega a ser severa, se incrementa el número de eritrocitos muertos, llegando a ser del 30% en tres semanas. ( 17 )

La depleción del A T P en los eritrocitos está asociado con el cambio de su conformación de discos biconcavos (12) a formas esféricas o esféricas (6). El 2,3-D P G es un metabolito de la glucólisis anaeróbica de los eritrocitos, este metabolito tiene una alta afinidad por la hemoglobina. Cuando los niveles de 2,3-D P G aumentan, la capacidad de unión del oxígeno a la hemoglobina disminuye, el descenso del pH del medio provoca la inhibición de la glucólisis y con ello la disminución del 2,3-D P G y aumenta la afinidad del oxígeno

na hacia la hemoglobina. El pH así como la tasa de  $A T^{2+}$  y el calcio ligado en la membrana eritrocitaria influyen en la rigidez de la misma. La integridad y flexibilidad de la membrana del glóbulo rojo (poder de deformación del eritrocito), son requisitos indispensables para la buena circulación capilar y para la supervivencia postransfusional del eritrocito. ( 1,6,8,11,13,17 )

En la actualidad la F.D.A. (Federal Drugs Alimentation), establece que la vida máxima de almacenamiento de la sangre, conservada en solución A C D ó C P D a temperatura de 1 a 6 grados centígrados es de 21 días; después de este tiempo y en caso de que se transfunda esta sangre en 24 horas aparecen menos del 70% de eritrocitos vivos en la circulación sanguínea del receptor. Se ha especificado que el mínimo aceptable de eritrocitos viables postransfusión es de 70% para toda sangre que se utilice para ese propósito y para que le sea útil al receptor. Las células no viables son removidas de la circulación sanguínea del receptor en un período de 5 horas ( 11 ). Estos eritrocitos muertos, se suman como una carga para el sistema retículo endotelial de los animales receptores que ya de por sí se encuentran en considerable tensión(9). Por esto es recomendable que la producción de eritrocitos muertos no exceda del 30% ( 11 ). Este requerimiento es el mayor limitante de la sangre almacenada en bolsas de plástico, con solución preservativa y anticoagulante A C D ó C D P a temperaturas de 1 a 6 grados centígrados, por un lapso de 21 días. ( 1,3,6,7,13,17 )

#### INDICACIONES PARA LA TRANSFUSIÓN DE SANGRE ENTERA Y SUS COMPONENTES

En general la transfusión de sangre total esta indicada en pérdida del volumen sanguíneo, colapso vascular, baja en

la capacidad de transporte del oxígeno, desordenes de la coagulación (trombocitopenia) y deficiencia de factores de la coagulación.( 1,17 )

Los componentes de la sangre que se pueden utilizar como terapéuticos son los eritrocitos, las plaquetas, los granulocitos, el plasma y los crioprecipitados.( 8 )

La sangre entera esta constituida por el plasma y componentes celulares del donador. Es útil cuando se requiera aumentar el transporte de oxígeno de los eritrocitos a los tejidos, además de proveer proteínas plasmáticas para la expansión del volumen sanguíneo y en trombocitopenia.( 8,14 )

La visibilidad de los factores de la coagulación y las plaquetas se pierde rápidamente en la sangre entera, por lo que si se requieren la sangre debe de usarse 8-12 horas postcolección. Su uso esta indicado en hemorragias (incluyendo desordenes), choque hipovolémico, anemia no regenerativa, anemia hemolítica no autoinmune y anemia hemolítica autoinmune.( 14 )

El paquete de células rojas esta indicado en pacientes que requieran mejorar la capacidad de transporte del oxígeno, pero no remplazo del volumen sanguíneo (anemias crónicas).

El plasma es obtenido por sedimentación de la sangre 6 horas después de colectada (si son requeridos los factores V y VIII), o un día antes de expiración de la sangre almacenada.

El plasma es usado para restaurar el volumen sanguíneo, proveer factor IX ( 14 ), y en casos severos de hipoproteinemia.

El plasma puede fraccionarse para proporcionar tres tipos de terapéuticos de remplazo: Concentrados de albuminas, concentrados de inmunoglobulinas y concentrados de factores de la coagulación (factor VIII, IX, complejo protrombina, II,

## VII, IX y X). ( 8 )

El plasma fresco congelado es obtenido separando y congelando el plasma pocas horas después de la colección de la sangre entera. Es usado en deficiencias de la coagulación, hipovolemia e hipoproteinemia. Se deshiela a 37°C antes de ser administrado, si no es utilizado de inmediato se puede conservar entre 1-6 °C para mantener viable el factor V y VIII, que decrecen muy rápido. Se utiliza en pacientes que requieran de estos factores a dosis de 6-10 ml / Kg tres veces al día hasta controlar el problema. Sin embargo se pueden requerir grandes volúmenes para el tratamiento de coagulopatías, prefiriéndose los concentrados de estos factores. ( 8 )

Los crioprecipitados son una porción insoluble del plasma fresco congelado, bajo condiciones controladas contiene un alto nivel de factores antihemofílicos, factor von Willebrand, fibrinógeno y fibronectinas ( 8 ), también contiene los factores IX, XI y XII. Pueden almacenarse a -40 a -70 °C y conservarse un año. Se usan como tratamiento en desórdenes hereditarios de la sangre como son : Hemofilia A (deficiencia del factor VIII), hemofilia B (deficiencia del factor IX), enfermedad de von Willebrand y en deficiencias de fibrinógeno, a dosis de 12-20 ml/Kg cada 10-12 horas hasta controlar el sangrado. ( 14,17 )

El plasma rico en plaquetas se obtiene centrifugando la sangre fresca recolectada en bolsa de plástico, y debe usarse en las primeras 8-12 horas postcolección. Se usa en pacientes con severa trombocitopenia y en anomalías de la función plaquetaria. ( 8, 14 )

### ADMINISTRACION Y CALCULO DE LA SANGRE A TRANSFUNDIR

El porcentaje de administración esta en relación con el tiempo del desarrollo del déficit.

Para la administración de la sangre se prefiere la vía intravenosa, pues el 100% de los eritrocitos pasan directo a la circulación, la vía intraperitoneal es útil en gatos y cachorros por la dificultad de venopuncionarlos, además por esta vía el 50% de las células entran a la circulación en las primeras 24 horas y el 70% a las 48-72 horas. Por la vía intramedular pasan a la circulación a los cinco minutos y es utilizado en neonatos, gatos, cachorros y vacientes hipotensos, en el fémur o húmero; su inconveniente es la poca cantidad de sangre que se puede aplicar por esta vía (1-5 ml/Kg - cada 10 a 15 minutos). ( 1 )

La velocidad de aplicación debe ser lenta los primeros 30 minutos para verificar posibles reacciones de incompatibilidad, antes de iniciar la transfusión se deben de tomar los valores basales y evaluar sus cambios durante la transfusión. ( 1,8,17 )

La velocidad para la administración de sangre entera depende de la volemia del receptor, así se tiene que:

A Pacientes Normovolémicos 22 ml/Kg cada 24 horas.

Pacientes Hipovolémicos 22 ml/Kg cada hora.

Y Pacientes con problemas cardiovasculares 4 ml/Kg cada hora.

Los líquidos que se pueden utilizar en las transfusiones es la solución salina isotónica (0.9%).

No debe administrarse con otros fluidos la sangre como el Hartman, pues contiene bastante calcio ionizado y puede -

provocar la cascada de la coagulación, las soluciones de -- Dextrosa al 5% en agua producen aglutinación y subsecuente -- hemólisis, tampoco se deben utilizar las soluciones hipotónicas de cloruro de sodio al 0.45%. ( 1 )

Una dosis de estimación para la administración de sangre en el perro y en el gato es de 10 a 20 ml./Kg., y la -- forma más específica de obtener la dosis es por medio una -- fórmula la cual se basa en el aumento del hematócrito del -- receptor usando sangre de un donador cuyo hematócrito como mínimo sea de 40%. ( 14,16,17 )

$$\begin{array}{l} \text{ml. de sangre} \\ \text{del donador} \\ \text{con anticoag-} \\ \text{ulante} \end{array} = 2.2 \times \text{Kg. del} \times 40 \times \frac{\text{Ht. deseado menos} \\ \text{Ht. del receptor}}{\text{Ht. del donador con} \\ \text{con anticoagulante}}$$

#### COMPLICACIONES

Las reacciones adversas a la administración de sangre entera en el perro son de dos tipos:

a) Reacciones mediadas inmunológicas, como son las reacciones hemolíticas agudas y las retardadas, reacciones a los leucocitos, a las plaquetas, a las proteínas y la isoeritrolisis neonatal.

b) Reacciones no inmunomediadas: sepsis, sobrecarga -- circulatoria, microembolismo pulmonar, intoxicación con citrato, hipotermia y la transmisión de enfermedades. ( 8 )

CLASIFICACION	REACCION	SIGNOS CLINICOS
No inmunológicas	sobre carga vascular  Fiebre  Hemólisis asintomática (trauma de los eritrocitos; mezcla de eritrocitos con soluciones no isotónicas.	tos, disnea, vómito, urticaria  Fiebre  ninguno
Inmunológicas (inmediatas)	Hemolíticas, hemólisis de eritrocitos incompatibles.  No Hemolíticas  Ac. contra proteínas plasmáticas  Ac. para IGA Ac. para leucocitos	inquietud, ansiedad, urticaria, prurito, tremor, salivación, vómito, fiebre, apnea, taquipnea, incontinencia urinaria y fecal, convulsiones  prurito, urticaria, anafilaxia, fiebre
Inmunológicas (mediatas)	Hemólisis retardada	misma que incompatibilidad de eritrocito pero no decrece el Ht 2-21 días posttransfusión.

El tratamiento de las reacciones a la transfusión tiene como primer paso suspender o disminuir la cantidad de sangre que se esta administrando: el uso de difenhidramina 2 mg /Kg. I.M. o con solución salina I.V. lenta (30-40 minutos) - ( 1 ), se puede utilizar la difenhidramina, a dosis de 4 mg- /Kg.P.O., 20-40 minutos antes de la transfusión para reducir la severidad de las reacciones inmunológicas.

## D I S C U S I O N

De acuerdo a lo expuesto en este trabajo la utilización de la sangre entera como terapéutica en enfermedades que cursen con pérdida del volumen sanguíneo, colapso vascular, baja en la capacidad de transporte del oxígeno, desordenes de la coagulación, entre otras, es de gran ayuda.

En nuestro medio es poco utilizada esta terapéutica por el poco conocimiento de la mayoría de los Médicos Veterinarios, el elevado costo del equipo de laboratorio para realizar las diversas pruebas que se requieren, falta de reactivos para la hemoclasificación de la sangre de perros y gatos, el costo del tratamiento y la falta de cooperación de muchos dueños entre otros factores.

El propósito del presente trabajo es proporcionar una breve información de los puntos importantes de la transfusión de sangre completa en el perro, así como los criterios a tomar en cuenta para su uso y de su utilización en la clínica práctica, ya sea obteniéndola de un donador con características lo más cercanas a las deseables para un donador, u obteniéndola de bancos de sangre para tal fin.

Aunque en la actualidad se recomienda la utilización de las fracciones específicas para cada patología, en nuestro medio hoy en día aún no esta a nuestro alcance.

## L I T E R A T U R A C I T A D A

1. ALANIS, C.J.; CALZADA, N.L.; GARCIA, E.R.; PADILLA, S.J. Y STAMATELOS, C.: Mesa Redonda sobre Transfusión Sanguínea en el Perro y el Gato. AMVEPE. I; 4-11 (1990)
2. DUKES, R. W. Y SWENSON, J. M.: Fisiología de los Animales Domésticos, cuarta ed. Aguilar Editores, México, 1983.
3. GENET, B. and MANNONI, P.: La Transfusión. Toray, S.A., Barcelona, 1980.
4. GOLDSTON, R. T.; WILKES, R. D. and SEYBOLD, I. M.: The -- Basic Clinical Pathology Laboratory-3; Evaluation of the erythrocyte: Hematocrit and hemoglobin determination. -- Vet. Med. Small Ani. Clinical., 407:409-410 (1980)
5. GREENDYKE, R. M. and BANZHAF, J. C.: Introduction to -- Blood Bank, 2 th ed. Medical Examination, Flushing, N. Y. 1974
6. GREENDYKE, R. M. and BANZHAF, J. C.: Blood Bank Policies and procedures. Medical Examination, Flushing, N. Y., - 1976
7. KESKAR, D. V.; BHAVE, V. S. and VELHANKAR, D. P.: Blood Transfusion in Dogs. Indian Vet. J., 62 : 479-484 (1985)
8. KILLINGSWORTH, R. C.: Use of Blood and Blood Components Feline and Canine Patients. JAVMA., 185; 1452-1454(1984)
9. SAKAY, M.: Experimental Studies on Transfusion in to dogs : Clinical and Hematological findings on transfusion -- with blood stored in CPD on dogs after bleeding. Japene-se J. Vet., 28; 48-49 (1980)
10. SCHALM, O. W.: Normal values in canine blood. Canine -- Practice. I : 40-41 (1981)

11. SMITH, J. E.; MAHAFFEY, E. and BOARD, P.: A New Storage Medium for Canine Blood. JAVMA., 172: 701-703 (1978)
12. SMITH, J. E.: Erythrocyte Membrane: Structure, Function - and Pathophysiology. Vet. Pathol., 24: 471-476 (1987)
13. Technical Methods and Procedures of the American Association of Blood Bank. 15 th ed. Am. Assn. of Banks. Chicago, 1985.
14. TURNWALD, H. G. and FICHLER, E. M.: Blood Transfusion in Dogs and Cats Part II. Administration, Adverse Effects, - and Component Therapy. Compendium on Continuing Education, 7:115-125 (1985)
15. WEISER, M. G.: Erythrocytes and associated disorders. -- Ettinger 3 ed. W. B. Saunders CO., Philadelphia, 2145 --- 2180 (1990)
16. WILLIAMS, R. F.: Quick Reference to Veterinary Medicine. ed. J. B. Lippincott Company, London, 1982.
17. WILLER, L. R. and RIEDESEL, H. D.: Transfusion Therapy - and Blood Banking in the Dogs and Cats. Iowa Sta. Univ. Vet., 47: 102-109 (1985)