

## Utilización en bomba de infusión continua de medicamentos y sueros en el perro

A. FONT

Hospital Ars Veterinaria.  
Cardedeu, 3.  
08023, Barcelona.

**Resumen.** En este trabajo se revisan diferentes medicamentos y soluciones que se pueden utilizar en infusiones continuas con bombas de infusión por vía endovenosa. La mayoría de estas soluciones y medicamentos se utilizan en situaciones de emergencia o de cuidados intensivos. Se describen varias situaciones clínicas en las que la utilización de estos productos está indicada, así como diferentes fórmulas y tablas que nos permiten calcular la cantidad de medicamento a administrar o la frecuencia de administración según el peso del perro.

*Palabras clave:* Infusión continua; Cuidados intensivos; Perro.

### Introducción

La administración de medicamentos y soluciones con bombas de infusión continua por vía endovenosa, es una práctica habitual en las unidades de cuidados intensivos de los hospitales tanto de medicina humana como de veterinaria. Si bien la mayoría de veterinarios en nuestro país utiliza actualmente sueros en la práctica clínica diaria, ya sea en pequeños consultorios, clínicas u hospitales, las infusiones continuas de medicamentos y soluciones se utilizan con menos frecuencia y no todos los veterinarios las usan de una manera rutinaria.

Muchos de los medicamentos que se utilizan en situaciones de emergencias o en cuidados intensivos tienen un efecto rápido y corto y por ello deben ser administrados en forma continua para mantener unos niveles séricos constantes y por lo tanto lograr el efecto farmacológico deseado<sup>(1)</sup>. Por otro lado las dosis de estos medicamentos pueden ser rápidamente modificadas hasta lograr el efecto farmacológico para cada caso en concreto<sup>(1)</sup>. Algunos de estos medicamentos vienen preparados en soluciones especiales listas para administrar, mientras que otros deben de ser previamente diluidos con sueros.

A medida que el veterinario tenga más conocimientos de la fisiopatología de las diferentes situaciones clínicas y de los medicamentos y soluciones que existen en el mercado, le va a resultar evidente las ventajas que le pueden ofrecer estos productos en infusión continua, especialmente en situaciones de medicina de emergencia y cuidados intensivos. Para ello lo único

que vamos a necesitar va a ser una bomba de infusión volumétrica y si es posible un aparato para medir la presión arterial<sup>(2)</sup>. También deberemos realizar unos cálculos mediante unas sencillas fórmulas o disponer de unas tablas con los valores de frecuencia de administración en relación a la dosis y el peso del animal<sup>(1)</sup>.

### Equipamiento

En el Hospital Ars Veterinaria utilizamos bombas de infusión volumétricas, de funcionamiento peristáltico<sup>a</sup>, que nos permiten administrar fluidos a un volumen constante durante un periodo de tiempo concreto de una manera fácil y precisa, independientemente del tipo de líquido utilizado<sup>(1)</sup>. Para poder administrar estos líquidos son necesarios unos equipos de infusión especiales<sup>b</sup>. La bomba de infusión con jeringuilla se utiliza en el caso que se tenga que administrar pequeños volúmenes de líquidos ya que son más precisas<sup>(3)</sup>. Las bombas de infusión administran líquidos en el espacio intravascular mediante presión, es decir producen una presión positiva para poder superar la presión venosa<sup>(1)</sup>. Estas máquinas pueden detectar la presencia de aire mediante ultrasonidos en el equipo de infusión, así como la presencia de oclusión como consecuencia de la formación de coágulo, extravasación del líquido o de obstrucción mecánica de la vía por la posición del animal<sup>(3)</sup>. La presión de alarma de oclusión puede ser ajustada y personalizada en 3 valores diferentes hasta un máximo de 1,5 bar<sup>(3)</sup>. Gracias a esto se pueden acortar los tiempos de alarma en caso de oclusión<sup>(3)</sup>. Sin em-





bargo debemos de tener presente que con las bombas que trabajan con presiones altas existe más riesgo de extravasación y tardan más en avisar, mediante la alarma acústica, que los líquidos no están siendo administrados por vía intravenosa<sup>(3)</sup>.

## Medicamentos

En nuestro hospital utilizamos diferentes medicamentos (Tabla I) administrados en general en soluciones base de glucosa<sup>e</sup> al 5% o salina fisiológica<sup>d</sup> al 0,9%, siguiendo las instrucciones del medicamento a utilizar<sup>(4, 5)</sup>. Siempre deberemos retirar de la solución base el mismo volumen del medicamento que vamos a añadir, para que de esta manera el volumen total que vamos a administrar en infusión continua sea el mismo que la solución base original<sup>(1)</sup>. Este punto es importante, ya que los cálculos de las dosis de medicamentos en infusión continua, se basan en el concepto del volumen de la solución final (solución base y medicamento) y en el tiempo de administración, que es lo que nos va a dar la frecuencia de administración equivalente a la dosis del medicamento calculado<sup>(1)</sup>.

## Soluciones y sueros

Las soluciones conteniendo medicamentos y los sueros (Tablas II y III) nos vienen ya comercialmente preparadas, por lo que no es necesario modificar la preparación. Para ello deberemos considerar la situación clínica, la dosis del medicamento en la solución en función del peso del animal y el tiempo de administración.

### Fórmulas para calcular las infusiones continuas

Las dosis de los medicamentos para administrar en infusión continua nos vienen en mg/kg/minuto, mg/kg/hora y en mcg/kg/minuto. El concepto general de la infusión continua se basa en determinar la cantidad de medicamento que debemos añadir a un volumen concreto de solución base para conseguir la dosis adecuada<sup>(1)</sup>. Para ello disponemos de unas fórmulas que nos facilitan los cálculos de una manera sencilla y rápida<sup>(1, 4)</sup>. También podemos diseñar unas tablas que nos pueden indicar en función del peso del animal y la frecuencia de administración ya predeterminada, la cantidad de medicamento a añadir para un volumen concreto de la solución base, o calcular directamente la frecuencia de administración en relación a la dosis

de medicamento y el peso del animal. Con las tablas no es necesario realizar tantos cálculos, con lo que en situaciones de urgencia, es mucho más rápido y práctico.

Con algunos ejemplos prácticos podremos comprobar cómo realizamos estos cálculos mediante unas sencillas formulas y cómo se aplican en situaciones clínicas:

- **Fórmula nº1.** En infusiones con poco volumen de solución base y frecuencias de administración bajas durante periodos cortos de tiempo, es muy cómodo utilizar la siguiente fórmula, en el caso de que la dosis la tengamos en mg/kg/hora<sup>(4)</sup>:

$$\text{cantidad de medicamento en mg} = \text{dosis en mg x kg de peso} \times \text{horas de infusión}$$

- **Ejemplo:** administrar diazepam<sup>e</sup> a dosis 0,3 mg/kg/hora a un perro de 22 kg que se nos presenta en un status epiléptico:

$$26,4 \text{ mg de diazepam} = 0,3 \text{ mg} \times 22 \times 4 \text{ horas}$$

Si utilizamos una bomba de infusión Infusomat con una jeringuilla de un volumen de 50 ml de solución glucosada al 5%, la frecuencia de administración nos viene dada al dividir el volumen (50 ml) por el tiempo (4 horas), es decir 12,5 ml por hora. Si utilizamos una jeringuilla de 20 ml, la frecuencia de administración sería de 5 ml por hora. Con cualquiera de estas dos frecuencias estamos administrando la misma concentración continua de este medicamento con los efectos farmacológicos deseados.

Si la dosis nos viene en minutos, sencillamente debemos convertir las horas en minutos añadiendo a la fórmula multiplicar por 60 (1 hora equivale a 60 minutos).

Podemos aplicar la misma fórmula aunque la dosis sea en mcg/kg/minuto, aunque el resultado obtenido debe ser convertido a mg, dividiendo por 1000, (1 mg equivale a 1000 mcg).

- **Fórmula nº 2.** Si partimos de la base de un volumen de solución de glucosa al 5% de 250 ml y de una frecuencia de administración de 15 ml por hora podemos aplicar la siguiente fórmula<sup>(1)</sup>:

$$\text{cantidad de medicamento en mg} = \text{dosis de medicamento en mcg/kg/min} \times \text{peso en kg}$$

- **Ejemplo:** debemos administrar dopamina<sup>f</sup> a la dosis





**Tabla I.** Medicamentos más frecuentemente utilizados en infusión continua: indicaciones y dosis<sup>(4,6)</sup>.

Medicamento	Acción/indicación	Dosis
Dopamina (dosis baja)	dilata las arterias renales, incrementa el flujo renal	1-4 mcg/kg/min
Dopamina (dosis media)	inotrópico positivo shock cardiogénico o séptico	5 mcg/kg/min
Dopamina (dosis alta)	incrementa la presión arterial	10-20 mcg/kg/min
Dobutamina	efecto inotrópico positivo shock cardiogénico o séptico	2.5-10 mcg/kg/min
Nitroprusiato sódico	vasodilatador insuficiencia cardiaca congestiva	2-10 mcg/kg/min
Diazepam	ataques	0,1-0,5 mg/kg/h
Metilprednisolona (succinato sódico)	antiinflamatorio esteroideo lesión aguda médula espinal	30 mg/kg en 15 min 5,4 mg/kg/h 24-48h h
Metoclopramida	incremento vaciamento gástrico, antiemético	0,01-0,02 mg/kg/h
Cimetidina	tratamiento y profilaxis ulceración gástrica y duodenal	0.5 mg/kg/h
Tiopental sódico	depresión respiratoria y SNC <i>status epilepticus</i> , respiración asistida	bolo IV 2-5 mg/kg 5 mg/kg/h CRI
Gluconato cálcico	hipocalcemia, arritmia por hiperpotasemia	10 mg/kg/h
Oxitocina	inducción parto, incremento contracciones uterinas y lactación	5-20 UI en 30 min
Cloruro potásico	prevenir o tratar deficiencias de potasio	máximo 0,5mEq/kg/h
Procainamida	Arritmias supraventriculares y ventriculares. Utilizar en el caso que la lidocaína no sea efectiva	6-8 mg/kg 5 min 10-40 mcg/kg/min
Verapamil	Arritmias supraventriculares, taquicardias	0,05-0,15mg/kg IV 2-10 mcg/kg/min
Lidocaína	Arritmias ventriculares, taquicardia ventricular	1-2 mg/kg lidocaína 5% en bolo IV

de 4 mcg/kg/min a un perro de 30 kg que se nos presenta con una insuficiencia renal aguda con oliguria.

**4 mcg x 30 kg = 120 mg de dopamina se debe añadir a la solución de 250 ml de glucosa**

**Braun al 5% a una frecuencia de 15 ml por hora.**

La dopamina viene comercializada en 20 mg/ml de solución, con lo que 6 ml de dopamina debe ser añadido a los 244 ml de suero de glucosa al 5% (6 ml menos de solución). El mismo volumen de 6 ml que vamos a añadir de medicamento, debe ser retirado de la solución base para tener el mismo volumen final de 250 ml de solución.

- **Formula nº 3.** Mediante estas dos fórmulas podemos hacer los cálculos con todas las variables posibles<sup>(1)</sup>:

$$\text{cantidad de medicamento en mg} = \frac{\text{dosis mcg/kg/min} \times \text{kg} \times \text{volumen solución}}{\text{frecuencia ml/h} \times \text{factor de conversión } 16,67}$$

$$\text{frecuencia administración ml/h} = \frac{\text{dosis mcg/kg/h} \times \text{kg} \times \text{volumen solución}}{\text{cantidad medicamento mg} \times 16,67}$$

- **Ejemplo:** un perro de 32 kg con una cardiomiopatía dilatada se nos presenta con shock cardiogénico. De-

bemos administrar dopamina (dosis media) de 5 mcg/kg/min para obtener efectos inotrópicos de una manera rápida. Para ello elegimos las variables de un suero de 100ml glucosado al 5% como solución base y una frecuencia de administración baja, 10 ml/h, para no aumentar la presión venosa.

$$96 \text{ mg de dopamina} = \frac{5 \text{ mcg} \times 32 \text{ kg} \times 100 \text{ ml}}{10 \text{ ml/h} \times 16,67}$$

Como la dopamina se presenta comercialmente en 20 mg/ml deberemos añadir 4,8 ml del medicamento a la solución glucosada al 5%.

- **Formula nº 4.** En el caso de la solución salina hipertónica<sup>8</sup> al 7,5% la dosis nos viene dada en ml/kg x minutos, con lo que no podemos utilizar ninguna de las fórmulas anteriores. Para conocer la frecuencia de administración en ml/h que debemos poner en la bomba de infusión utilizaremos la siguiente fórmula:

$$\# \text{ ml/h} = \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \times \frac{\text{dosis en ml} \times \text{peso kg}}{\text{minutos}}$$





Tabla II.

Soluciones medicamentos	Acción/indicación	Dosis
Metronidazol	Infecciones anaerobias	10 mg/kg cada 8 h 5-7 días frecuencia máxima 300ml/h
Lidocaína	Arritmias ventriculares taquicardia ventricular	30-80 mcg/kg/min lidocaína al 0,4%

Tabla III.

Sueros	Acción/indicación	Dosis
	diuresis osmótica	Oliguria: 0,25-0,5 g/kg
Manitol 20%	traumatismo craneal glaucoma, meningitis	20-30 min cada 4-6h 0,5-1g/kg/h en 2-6 h. Traumatismo craneal y glaucoma: 1,5-2g/kg en 30 minutos
Dextrano 70 salino o glucosado	shock hipovolémico hipoalbuminemia	10-20 ml/kg día 1ml/kg/h
Hipertónico salino 7,5%	Shock hipovolémico traumatismo craneal	3-5 ml/kg en 2-5 min
Bicarbonato sódico 1/6M	acidosis metabólica	0,5-1 mEq/kg 5ml/kg/h

• **Ejemplo:** un perro pastor alemán de 30 kg se nos presenta en shock como consecuencia de una dilatación-torsión de estómago. Elegimos administrar suero salino hipertónico 7,5% a la dosis de 3ml/kg en 5 minutos. Para determinar la frecuencia de administración en ml/h utilizaremos la fórmula:

$$1080 \text{ ml/h} = \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \times \frac{3 \text{ ml} \times 30 \text{ kg}}{5 \text{ min}}$$

### Situaciones clínicas

Para el correcto tratamiento de los traumatismos o enfermedades que afectan a los diversos órganos, es fundamental llegar a un diagnóstico clínico. El veterinario debe tener un conocimiento de la anatomía y fisiología, realizar una buena historia y exploración clínica, y finalmente tener un conocimiento de los productos farmacológicos que tiene a su disposición.

A continuación vamos a describir diferentes situaciones clínicas en las que nos podemos encontrar en la

práctica clínica y en las que vamos a utilizar medicamentos o soluciones en infusión continua.

### Sistema nervioso central

Entre los procesos de emergencia más habituales que vamos a considerar y que afectan al sistema nervioso central, tenemos las lesiones agudas de la médula espinal, el traumatismo agudo craneal y los ataques continuados.

#### 1. Traumatismo agudo craneal

El diagnóstico de traumatismo craneal se basa en la historia de traumatismo previo seguido de alteraciones neurológicas que afectan al cerebro<sup>(7)</sup>. La evaluación neurológica seriada es fundamental para localizar la lesión y valorar la progresión del proceso<sup>(7)</sup>. El tratamiento de las lesiones traumáticas del sistema nervioso central requiere el conocimiento de la neuroanatomía y fisiología básica, así como de los medicamentos y sueros que debemos de utilizar<sup>(7)</sup>. A pesar que las causas





pueden ser múltiples, la fisiopatología en líneas generales es la misma. En el momento del traumatismo se producen lesiones y hemorragias en las estructuras neuronales (lesión inicial), y seguidamente se siguen produciendo lesiones como consecuencia de la liberación de los mediadores inflamatorios y si la hemorragia continúa aparecen lesiones secundarias. El resultado final de edema progresivo o hemorragia, produce un aumento de la presión intracraneal y una dificultad en la circulación sanguínea cerebral<sup>(8)</sup>.

Lo primero que debemos hacer es hospitalizar y mantener en observación el animal por lo menos durante 24 horas. Mantener la cabeza elevada y administrar oxígeno si es necesario. En el caso de hemorragias o fracturas compresivas el tratamiento será quirúrgico inmediato<sup>(7, 8)</sup>. Las lesiones craneales pueden cursar con shock con lo que en caso de que tengamos shock no cardiogénico y sea necesario administrar sueros y el animal no esté deshidratado, utilizaremos una solución salina hipertónica<sup>g</sup> al 7,5%, evitando con ello las soluciones de cristaloides con frecuencias de administración muy altas con el consiguiente riesgo que tenemos de empeorar el edema cerebral. Después de estas medidas generales el objetivo del tratamiento del traumatismo craneal es prevenir las lesiones secundarias, reducir la inflamación y la presión craneal y mantener la perfusión sanguínea. En caso de edema cerebral, empeoramiento del estado neurológico o en animales en estado comatoso, a pesar que pueda haber hemorragia cerebral, utilizaremos un diurético osmótico, la solución de manitol<sup>h</sup> al 20%. El manitol actúa provocando un gradiente osmótico hacia el espacio intravascular (el agua pasa del espacio intersticial craneal al intravascular) y por lo tanto produce una disminución de la presión intracraneal. El efecto es rápido (5 a 10 minutos) y la duración oscila entre 3 a 5 horas, con lo que se repetirá a intervalos de 4 a 6 horas según sea conveniente<sup>(7)</sup>. La administración 15 minutos después, de una dosis de 0,7 mg/kg de furosemida por vía endovenosa o intramuscular potencia el efecto osmótico del manitol<sup>(7, 8)</sup>.

Aunque muchos autores utilizan los corticoides, el efecto beneficioso de estos medicamentos en el traumatismo agudo craneal no está probado, e incluso pueden provocar efectos indeseables<sup>(7)</sup>.

## 2. Lesión aguda de médula espinal

En los traumatismos de la médula espinal en muchos casos se requiere un tratamiento médico y quirúrgico, por ejemplo en las hernias discales y las fracturas o inestabilidad de las vértebras<sup>(7)</sup>. Para ello el primer paso

que debe realizar el clínico es mediante la historia y exploración neurológica localizar la lesión. Una vez realizado el diagnóstico de lesión de médula espinal, el tratamiento médico con glucocorticoides (succinato sódico de metilprednisolona<sup>i</sup>) está indicado para contrarrestar las alteraciones que se producen como consecuencia del trauma<sup>(7)</sup>. Para obtener buenos resultados con estos medicamentos, deben administrarse no más tarde de las 8 horas después de haberse producido el traumatismo. La utilización de este medicamento pasado este periodo de tiempo no está indicada ya que puede empeorar la recuperación del animal<sup>(7)</sup>. Si el trauma se ha producido hace menos de 3 horas utilizaremos un bolo de 30 mg/kg de metilprednisolona por vía endovenosa lenta durante 15 minutos y pasadas las 2 horas prepararemos una infusión continua (Fórmula 3) en solución salina o glucosada al 5% a la dosis de 5,4 mg/kg/h durante 24 horas. En el caso de que el traumatismo se haya producido hace más de 3 horas pero inferior a 8 mantendremos la infusión continua durante 48 horas<sup>(7)</sup>.

- **Ejemplo:** un perro mestizo de 20 kg de peso ha tenido un accidente de tráfico hace aproximadamente 20 minutos y se presenta con parálisis del tercio posterior como consecuencia de una fractura sin desplazamiento de una vértebra lumbar. Previamente a la cirugía administramos un bolo por vía endovenosa durante 15 minutos de 600 mg de metilprednisolona<sup>i</sup>. Preparamos una infusión continua de 24 horas de metilprednisolona<sup>i</sup> (5,4 mg/kg/h) mediante la fórmula 3, para administrar a partir de las 2 horas del bolo de 600 mg. El volumen de suero es el de mantenimiento (solución glucosalina o de cloruro sódico al 0,9% suplementada con cloruro sódico) para 24 horas que en este caso es 1.000 ml. También podemos utilizar otra vía y hacer una dilución menor en botellas de 100 ó 250 ml de suero glucosado al 5% o salino al 0,9%:

$$1.556 \text{ mg de metilprednisolona} = \frac{5,4 \text{ mg} \times 20 \times 1000 \text{ ml}}{41,6 \text{ ml/h} \times 16,67}$$

Para prevenir lesiones gastrointestinales utilizaremos cimetidina<sup>j</sup> en infusión continua o por vía subcutánea cada 6 u 8 horas.

## 3. Ataques continuos

En el caso de que un perro no responda al tratamiento de diazepam<sup>e</sup> y fenobarbital<sup>k</sup> en bolo por vía endovenosa, se puede administrar diazepam en infusión





continua<sup>(9)</sup>. Sin embargo el diazepam se puede alterar con la luz y se absorbe con los tubos y jeringuillas de plástico. Como consecuencia de ello se produce una disminución de la actividad del medicamento con el tiempo, con lo que es mejor preparar una nueva solución para infusión cada 4 horas<sup>(9)</sup>. El tiopental sódico<sup>l</sup> en bolo y posteriormente en infusión continua es más efectivo en controlar los ataques<sup>(9)</sup>. La dosis puede ser aumentada si es necesario o disminuirla progresivamente cada 4-6 horas si los ataques se controlan, pero no retirarla de una manera brusca ya que se pueden volver a producir más ataques<sup>(9)</sup>. En los casos en los que sea necesario hay que mantener el animal con un tubo endotraqueal y monitor cardíaco y respiratorio<sup>(9)</sup>.

- **Ejemplo:** un perro mestizo de 15 kg de peso se nos presenta con ataques continuados que no se controlan con bolos de diazepam ni fenobarbital. Preparamos tiopental sódico con suero fisiológico al 0,95% Braun a una dilución de 1g en 20 ml, es decir 1 ml equivale a 50 mg de tiopental sódico. Utilizamos la fórmula 1 para saber la cantidad de tiopental sódico que hay que administrar durante un periodo de 6 horas por ejemplo. Elegimos la dosis de tiopental en infusión continua de 5 mg/kg/hora.

$$450 \text{ mg tiopental sódico} = 5 \text{ mg/kg/h} \times 15 \text{ kg} \times 6 \text{ horas}$$

Mediante los factores de conversión podemos pasar los mg a ml:

$$\frac{20 \text{ ml}}{1000 \text{ mg}} \times 450 \text{ mg} = 9 \text{ ml tiopental sódico}$$

Utilizando la bomba de infusión con una jeringuilla de 20ml con la solución de tiopental (Perfusor fm), programando el volumen total de 9 ml para 6 horas tendremos automáticamente la frecuencia de administración de 1,5 ml/h.

Podemos también partir de un volumen y frecuencia de administración predeterminada para que de esta manera los cálculos sean más fáciles y rápidos. Utilizaremos la dilución de tiopental sódico de 1g en 20 ml (1 ml equivale a 50 mg). La dosis de tiopental será de 5 mg/kg/hora, la frecuencia de administración de 5 ml/h y el volumen total de la solución de 50 mg. Para hacer los cálculos utilizaremos los factores de conversión:

$$50 \text{ ml} \frac{1 \text{ h}}{5 \text{ ml}} \times \frac{5 \text{ mg/kg}}{1 \text{ h}} \times \frac{1 \text{ ml}}{50 \text{ mg}} = 1 \text{ ml/kg}$$

El resultado final es el de 1 ml por 1 kg de peso, o lo que es lo mismo el peso equivale a la cantidad de tiopental sódico en ml. Así por ejemplo para 15 kg de peso habrá que añadir 15 ml de tiopental sódico a una solución salina al 0,9% para tener una solución total de 50 ml con una frecuencia de administración de 5ml/h.

## Sistema cardiovascular

Cuando el corazón falla en su misión de bombear la sangre que necesitan los tejidos del organismo se produce una insuficiencia cardíaca<sup>(10)</sup>. Este fallo puede ser como consecuencia de alteraciones en la función sistólica como las enfermedades que afectan a las válvulas, la cardiomiopatía dilatada y las arritmias<sup>(10)</sup>. También puede producirse una insuficiencia cardíaca en las enfermedades del pericardio o en las cardiomiopatías hipertróficas en las que existe un fallo en la función diastólica, es decir un fallo en el llenado ventricular<sup>(10)</sup>. Las causas más frecuentes de insuficiencia cardíaca que podemos encontrar en la clínica son la insuficiencia valvular crónica y la cardiomiopatía dilatada en el perro y la cardiomiopatía hipertrófica en el gato<sup>(11)</sup>. En la mayoría de situaciones clínicas el tratamiento va encaminado a mejorar los signos clínicos<sup>(11)</sup>. Por ello resulta fundamental la evaluación del estado hemodinámico del animal para poder elegir el tratamiento más adecuado. Existe una amplia gama de medicamentos que nos van a permitir regular el ritmo y la frecuencia cardíaca, aumentar la capacidad de contracción del corazón, alterar el volumen sanguíneo disminuyendo la presión venosa y con ello la congestión (precarga), o actuando sobre el tono de las arterias provocando una disminución de la resistencia (postcarga)<sup>(11)</sup>. Para ello es muy importante que el veterinario tenga un conocimiento de la fisiopatología de la insuficiencia cardíaca, esté familiarizado con los métodos de diagnóstico, y pueda con ello valorar la situación clínica en la que se encuentra este animal<sup>(11)</sup>.

### 1. Insuficiencia cardíaca congestiva

En el caso de la insuficiencia cardíaca con edema agudo de pulmón, el punto importante es disminuir la presión venosa para eliminar la congestión, y favorecer la postcarga mediante una disminución de la presión arterial<sup>(11)</sup>.

El nitroprusiato sódico<sup>m</sup> es un potente hipotensor que produce una disminución de la resistencia vascular periférica tanto de las venas como las arterias<sup>(12)</sup>. Como consecuencia de la disminución de la precarga y la postcarga la





**Tabla IV.** Cantidad de nitroprusiato sódico que hay que añadir a 100 ml de solución glucosada al 5% a la frecuencia de 5 ml/h.

kg	ml	kg	ml	kg	ml
1	0,23	16	3,74	31	7,43
2	0,47	17	3,98	32	7,67
3	0,71	18	4,31	33	7,91
4	0,95	19	4,59	34	8,15
5	1,19	20	4,79	35	8,39
6	1,43	21	5,03	36	8,63
7	1,67	22	5,27	37	8,87
8	1,91	23	5,51	38	9,11
9	2,15	24	5,75	39	9,35
10	2,39	25	5,99	40	9,59
11	2,63	26	6,23	41	9,83
12	2,87	27	6,47	42	10,07
13	3,11	28	6,71	43	10,31
14	3,35	29	6,95	44	10,55
15	3,59	30	7,19	45	10,79

utilización del nitroprusiato produce un aumento de la cantidad de sangre bombeada por minuto<sup>(12)</sup>. Este medicamento es el de elección en el caso de una insuficiencia cardíaca descompensada con edema agudo de pulmón, pero deberemos utilizarlo con precaución debido a los fuertes efectos hipotensores y al riesgo de toxicidad como consecuencia del acúmulo de cianuro en el caso de tratamientos prolongados<sup>(11, 12)</sup>. En nuestra experiencia es bien tolerado y son muy raras las crisis hipotensivas con las dosis recomendadas, aunque se debe tener monitorizada la presión arterial. Una vez preparada la solución es estable solamente 4 horas, con lo que pasadas estas horas se debe desechar y preparar una nueva solución<sup>(12)</sup>. El nitroprusiato sódico debe ser siempre administrado diluido en solución de glucosa al 5% y una frecuencia de administración lo más baja posible. La solución es sensible a la luz, con lo que debe de protegerse envolviéndola con el papel de estaño que viene suministrado con el medicamento. El nitroprusiato tiene un efecto muy rápido con lo que es necesario un seguimiento clínico muy estricto para poder modificar la dosis hasta conseguir el efecto deseado<sup>(12)</sup>. Empezamos con una dosis de 2 µg/kg/minuto y si es necesario se incrementa añadiendo a la solución base 1 µg/kg/minuto cada 30 minutos<sup>(12)</sup>. La infusión continua se debe mantener durante 24 ó 48 horas hasta que no exista evidencia de edema de pulmón y el animal pueda recibir medicación por vía oral. Para hacer los cálculos de este medicamento utilizaremos la fórmula nº 3. Sin embargo como la utilización de este medicamento es en situaciones de emergencia es muy útil tener una tabla (Tabla IV), donde ya tenemos calculado según el peso del perro la cantidad de medicamento en ml (1 ml equivale a 10 mg de nitroprusiato) que debe-

mos añadir a los 100 ml de una solución glucosada al 5% con una frecuencia de administración de 5 ml/h. También podemos utilizar otra tabla en la que partimos de una solución base de 250 ml y según el peso tenemos la frecuencia de administración para una dosis concreta (Tablas V y VI).

Para favorecer la diuresis podemos utilizar la dopamina<sup>f</sup> (Fórmula 3) a dosis bajas 2 µg/kg/minuto (Tabla VII). La dopamina es un precursor de la norepinefrina, que estimula los receptores dopaminérgicos, beta-2 adrenérgicos y los alfa-adrenérgicos en función de la dosis que se utilice<sup>(11)</sup>. A dosis bajas (1-4 µg/kg/min) se produce una estimulación de los receptores dopaminérgicos provocando una vasodilatación de las arterias renales consiguiendo con ello un aumento de la perfusión sanguínea renal y de la filtración glomerular, con lo que aumenta el flujo de orina y la eliminación de sodio, y ayudando de esta manera a eliminar la congestión<sup>(11)</sup>. Sin embargo a estas dosis la frecuencia cardíaca y la presión sanguínea no sufren variaciones<sup>(11)</sup>.

En el caso de existir fallo en la contractibilidad como ocurre en la cardiomiopatía dilatada es necesario utilizar medicamentos inotrópicos, dopamina<sup>f</sup> o dobutamina<sup>n</sup>. La dopamina, como hemos comentado anteriormente, es menos selectiva y la dosis es diferente según sea el efecto deseado<sup>(11)</sup>. En este caso deberemos utilizar la dosis media para poder aumentar la contractibilidad del miocardio (Tabla VIII) mediante estimulación de los receptores adrenérgicos alfa y beta-1<sup>(11)</sup>. Por otro lado la dobutamina<sup>n</sup> es fundamentalmente un medicamento inotrópico. Produce una estimulación de los receptores adrenérgicos alfa y beta-1 en el músculo cardíaco y aumentando el *output* cardíaco pero sin alterar prácticamente la perfusión sanguínea renal<sup>(11)</sup>.





**Tabla V.** Solución de 250 ml de suero glucosado al 5% (245 ml) y 50 mg de nitroprusiato sódico (5 ml) a la dosis de 2 µg/kg/minuto.

kg	ml	kg	ml	kg	ml
1	0,6	16	9,6	31	18,6
2	1,2	17	10,2	32	19,2
3	1,8	18	10,8	33	19,8
4	2,4	19	11,4	34	20,4
5	3	20	12	35	21
6	3,6	21	12,6	36	21,6
7	4,2	22	13,2	37	22,2
8	4,8	23	13,8	38	22,8
9	5,4	24	14,4	39	23,4
10	6	25	15	40	24
11	6,6	26	15,6	41	24,6
12	7,2	27	16,2	42	25,2
13	7,8	28	16,8	43	25,8
14	8,4	29	17,4	44	26,4
15	9	30	18	45	27

**Tabla VI.** Solución de 250 ml de suero glucosado al 5% (245 ml) y 50 mg de nitroprusiato sódico (5 ml) a la dosis de 3 µg/kg/minuto.

kg	ml	kg	ml	kg	ml
1	0,9	16	14,4	31	27,9
2	1,8	17	15,3	32	28,8
3	2,7	18	16,2	33	29,7
4	3,6	19	17,1	34	30,6
5	4,5	20	18	35	31,5
6	5,4	21	18,9	36	32,4
7	6,3	22	19,8	37	33,3
8	7,2	23	20,7	38	34,2
9	8,1	24	21,6	39	35,1
10	9	25	22,5	40	36
11	9,9	26	23,4	41	36,9
12	10,8	27	24,3	42	37,8
13	11,7	28	25,2	43	38,7
14	12,6	29	26,1	44	39,6
15	13,5	30	27	45	40,5

Para la utilización de la dobutamina<sup>n</sup> preparamos una solución de 500 ml de suero glucosado al 5% con 8 mEq de cloruro potásico<sup>o</sup> y 250 mg de dobutamina<sup>n</sup> y utilizamos las tablas para calcular los ml/h en función del peso y la dosis elegida, incrementándola hasta que se consiga el efecto deseado (Tabla IX y X).

## 2. Arritmias

Las arritmias ventriculares se nos pueden presentar en situaciones de emergencia y el riesgo de muerte súbita es muy alto con lo que se debe actuar rápidamente. En estos casos la utilización de lidocaína<sup>p</sup> en bolo por vía endovenosa es la medicación de elección<sup>(13)</sup>. Este bolo se puede repetir hasta 4 veces en intervalos de 5 minutos. Una vez contrarrestada la arritmia utilizaremos una perfusión continua de la solución de lidocaína<sup>q</sup> al

0,4% a dosis de 50 mcg/kg/min para mantener el ritmo cardíaco. Si la arritmia es controlada se puede retirar la lidocaína sin necesidad de ir bajando la dosis progresivamente<sup>(13)</sup>. La lidocaína<sup>q</sup> al 0,4% viene ya diluida con lo que deberemos hacer el siguiente cálculo para poder administrar la dosis elegida.

- **Ejemplo:** un perro pastor alemán de 35 kg de peso desarrolla una taquicardia ventricular durante el post-operatorio de la cirugía de una dilatación-torsión de estómago. Como la infusión continua necesita de muchas horas para conseguir el efecto deseado, se utiliza inicialmente una infusión lenta de un bolo de 2mg/kg de lidocaína<sup>p</sup> al 5% para poder restablecer el ritmo sinusal. Para mantener este ritmo sinusal elegimos una infusión continua a la dosis de 50mcg/kg/minuto de una solución de lidocaína<sup>q</sup> al





**Tabla VII.** Efecto renal dopamina (dosis baja). Solución de 500 ml con 290 ml de suero glucosado al 5% o solución salina al 0,9% y 10 ml (200 mg) de dopamina a la dosis de 2 µg/kg/minuto.

kg	ml	kg	ml	kg	ml
1	0,3	16	4,8	31	9,3
2	0,6	17	5,1	32	9,6
3	0,9	18	5,4	33	9,9
4	1,2	19	5,7	34	10,2
5	1,5	20	6	35	10,5
6	1,8	21	6,3	36	10,8
7	2,1	22	6,6	37	11,1
8	2,4	23	6,9	38	11,4
9	2,7	24	7,2	39	11,7
10	3	25	7,5	40	12
11	3,3	26	7,8	41	12,3
12	3,6	27	8,1	42	12,6
13	3,9	28	8,4	43	12,9
14	4,2	29	8,7	44	13,2
15	4,5	30	9	45	13,5

**Tabla VIII.** Efecto inotrópico dopamina (dosis media). Solución de 500 ml con 290 ml de suero glucosado al 5% o suero salino al 0,9% y 10 ml (200 mg) de dopamina a la dosis de 5 µg/kg/minuto.

kg	ml	kg	ml	kg	ml
1	0,75	16	12	31	23,3
2	1,5	17	12,8	32	24
3	2,25	18	13,5	33	24,8
4	3	19	14,3	34	25,5
5	3,75	20	15	35	26,3
6	4,5	21	15,8	36	27
7	5,25	22	16,5	37	27,8
8	6	23	17,3	38	28,5
9	6,75	24	18	39	29,3
10	7,5	25	18,8	40	30
11	8,25	26	19,5	41	30,8
12	9	27	20,3	42	31,5
13	9,75	28	21	43	32,3
14	10,5	29	21,8	44	33
15	11,3	30	22,5	45	33,8

0,4%. Esta solución contiene 4mg por ml, con lo que deberemos convertir la dosis que la tenemos en microgramos (mcg) a miligramos (mg). Para ello utilizaremos la Fórmula nº 1 que nos permite tener la cantidad de mg de medicamento a administrar:

$$\text{Dosis } \mu\text{g/kg/min} \times \text{peso en kg} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \times \frac{1 \text{ mg}}{1000 \mu\text{g}} = \text{mg lidocaína}$$

$$50 \mu\text{g/kg/min} \times 35 \text{ kg} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \times \frac{1 \text{ g}}{1000 \mu\text{g}} = 105 \text{ mg/h}$$

Como la lidocaína al 0,4% lleva 4 mg/ml en solución, para saber la frecuencia de administración que debemos poner en la bomba de infusión, utilizaremos los factores de conversión:

$$\frac{\text{mg}}{\text{h}} \times \frac{1 \text{ ml}}{4 \text{ mg}} = \text{ml/h}$$

$$\frac{105 \text{ mg}}{\text{h}} \times \frac{1 \text{ ml}}{4 \text{ mg}} = 26,5 \text{ ml/h}$$

En función del peso del animal y partiendo de las dosis de 25, 50 y 75 µg/kg/minuto podemos hacer unas tablas para tener de esta manera la frecuencia de administración para 24 horas de una manera más rápida (Tabla XI, XII y XIII).

En el caso que la lidocaína no sea efectiva podemos utilizar la procainamida<sup>r</sup>, aunque en caso de shock, insuficiencia cardíaca avanzada o insuficiencia renal su uso está contraindicado<sup>(13)</sup>.





**Tabla IX.** Dobutamina a la dosis de 2,5 µg/kg/minuto. Solución de 500 ml con 476 ml de suero glucosado al 5%, 8 mEq de cloruro potásico (4ml) y 250 mg (20 ml) de dobutamina.

kg	ml	kg	ml	kg	ml
1	0,3	16	4,8	31	9,3
2	0,6	17	5,1	32	9,6
3	0,9	18	5,4	33	9,9
4	1,2	19	5,7	34	10,2
5	1,5	20	6	35	10,5
6	1,8	21	6,3	36	10,8
7	2,1	22	6,6	37	11,1
8	2,4	23	6,9	38	11,4
9	2,7	24	7,2	39	11,7
10	3	25	7,5	40	12
11	3,3	26	7,8	41	12,3
12	3,6	27	8,1	42	12,6
13	3,9	28	8,4	43	12,9
14	4,2	29	8,7	44	13,2
15	4,5	30	9	45	13,6

**Tabla X.** Dobutamina a la dosis de 5 µg/kg/minuto. Solución de 500 ml de suero glucosado al 5% (476 ml), 8 mEq de cloruro potásico (4ml) y 250 mg (20 ml) de dobutamina.

kg	ml	kg	ml	kg	ml
1	0,6	16	9,6	31	18,6
2	1,2	17	10,2	32	19,2
3	1,8	18	10,8	33	19,8
4	2,4	19	11,4	34	20,4
5	3	20	12	35	21
6	3,6	21	12,6	36	21,6
7	4,2	22	13,2	37	22,2
8	4,8	23	13,8	38	22,8
9	5,4	24	14,4	39	23,4
10	6	25	15	40	24
11	6,6	26	15,6	41	24,6
12	7,2	27	16,2	42	25,2
13	7,8	28	16,8	43	25,8
14	8,4	29	17,4	44	26,4
15	9	30	18	45	27

La presencia de arritmias supraventriculares es frecuente especialmente en los casos de cardiomiopatías dilatadas en el perro y en las hipertróficas en el gato. Como la mayoría de medicamentos que se utilizan para contrarrestar estas arritmias tienen efectos inotrópicos negativos, es muy importante mejorar la capacidad de contracción del miocardio antes de utilizar estos antiarrítmicos<sup>(11, 13)</sup>.

### Shock no cardiogénico

El shock se produce como consecuencia de una inadecuada perfusión sanguínea a los tejidos con el resultado de hipoxia celular<sup>(14)</sup>. Decimos que el shock es no cardiogénico cuando el *output* cardiaco es normal o incrementado, es decir el corazón está funcionando nor-

malmente y existe una disminución de la sangre que llega a los tejidos o hay una incapacidad de los tejidos en utilizar este oxígeno. La presencia clínica de estado mental depresivo, mucosas pálidas, taquicardia, pulso débil y rápido son característicos del estado de shock<sup>(14)</sup>.

Existen diferentes causas que pueden provocar el estado de shock. La fisiopatología y el tratamiento en cada caso no es el mismo, aunque el denominador común es restablecer la perfusión y el estado de hidratación evitando el exceso de volumen sanguíneo<sup>(14)</sup>.

#### 1. Shock hipovolémico

Existen varias causas que pueden provocar una disminución del volumen sanguíneo: hemorragias, deshidratación (vómitos y diarreas) y pérdidas de líquidos





**Tabla XI.** Lidocaína al 0,4% a una dosis de 25 µg/kg/minuto.

kg	ml	kg	ml
1	0,4	26	10,4
2	0,8	27	10,8
3	1,2	28	11,2
4	1,6	29	11,6
5	2	30	12
6	2,4	31	12,4
7	2,8	32	12,8
8	3,2	33	13,2
9	3,6	34	13,6
10	4	35	14
11	4,4	36	14,4
12	4,8	37	14,8
13	5,2	38	15,2
14	5,6	39	15,6
15	6	40	16
16	6,4	41	16,4
17	6,8	42	16,8
18	7,2	43	17,2
19	7,6	44	17,6
20	8	45	18
21	8,4	46	18,4
22	8,8	47	18,8
23	9,2	48	19,2
24	9,6	49	19,6
25	10	50	20

**Tabla XII.** Lidocaína al 0,4% a la dosis de 50 µg/kg/minuto.

kg	ml	kg	ml
1	0,8	26	19,5
2	1,5	27	20,3
3	2,3	28	21
4	3	29	21,8
5	3,4	30	22,5
6	4,5	31	23,3
7	5,3	32	24
8	6	33	24,8
9	6,8	34	25,5
10	7,5	35	26,3
11	8,3	36	27
12	9	37	27,8
13	9,8	38	28,5
14	10,5	39	29,3
15	11,3	40	30
16	12	41	30,8
17	12,8	42	31,5
18	13,5	43	32,3
19	14,3	44	33
20	15	45	33,8
21	15,8	46	34,5
22	16,5	47	35,3
23	17,3	48	36
24	18	49	36,8
25	18,8	50	37,5

por quemaduras. El resultado final es una disminución de la presión y el flujo sanguíneo a los tejidos. Como el corazón funciona normalmente se produce la activación de los mecanismos compensadores para contrarrestar esta disminución de la cantidad de oxígeno que llega a los tejidos<sup>(14)</sup>.

El tratamiento en el shock hipovolémico será aumentar el volumen sanguíneo y con ello la presión mediante la administración de líquidos en el espacio intravascular. Existen tres puntos muy importantes que deberemos tener presentes en el tratamiento del shock. El primero es el agua, su presencia es básica para mantener el volumen sanguíneo. En segundo lugar el ión sodio, que es el soluto fundamental en la composición de la osmolaridad del espacio intersticial e intravascular así como la del suero que vamos a administrar. El agua se va a distribuir por los compartimentos del organismo en relación a la concentración de este ion. Finalmente el plasma o los coloides sintéticos no producen movimiento de agua de un espacio a otro, pero son los que mantienen la fuerza oncótica dentro del espacio vascular<sup>(14)</sup>.

Desde un punto de vista clínico, en el shock hipovolémico hay que valorar si ha existido una pérdida de sangre significativa que requiera la administración de

**Tabla XIII.** Lidocaína al 0,4% a la dosis de 75 µg/kg/minuto.

kg	ml	kg	ml
1	1,1	26	31,1
2	2,3	27	32,3
3	3,5	28	33,5
4	4,7	29	34,7
5	5,9	30	35,9
6	7,1	31	37,1
7	8,3	32	38,3
8	9,5	33	39,5
9	10,7	34	40,7
10	11,9	35	41,9
11	13,1	36	43,1
12	14,3	37	44,3
13	15,5	38	45,5
14	16,7	39	46,7
15	17,9	40	47,9
16	19,1	41	49,1
17	20,3	42	50,3
18	21,5	43	51,5
19	22,7	44	52,7
20	23,9	45	53,9
21	25,1	46	55,1
22	26,3	47	56,3
23	27,5	48	57,5
24	28,7	49	58,7
25	29,9	50	59,9





**Tabla XIV.** Solución salina hipertónica al 7,5% a la dosis de 3 ml/kg durante 5 minutos.

kg	total ml	ml/h	kg	total ml	ml/h
1	3	36	26	78	936
2	6	72	27	81	972
3	9	108	28	84	1008
4	12	144	29	87	1044
5	15	180	30	90	1080
6	18	216	31	93	1116
7	21	252	32	96	1152
8	24	288	33	99	1188
9	27	324	34	102	1224
10	30	360	35	105	1260
11	33	396	36	108	1296
12	36	432	37	111	1332
13	39	468	38	114	1368
14	42	504	39	117	1404
15	45	540	40	120	1440
16	48	576	41	123	1476
17	51	612	42	126	1512
18	54	648	43	129	1548
19	57	684	44	132	1584
20	60	720	45	135	1620
21	63	756	46	138	1656
22	66	792	47	141	1692
23	69	828	48	144	1728
24	72	864	49	147	1764
25	75	900	50	150	1800

sangre total o sustitutivos del plasma como los dextrans.

En el caso que no sea necesario administrar sangre total podremos aumentar el volumen sanguíneo con sueros cristaloides isotónicos<sup>d,z</sup> con volúmenes y frecuencias de administración muy altas o utilizar, sino existe deshidratación, soluciones hipertónicas<sup>g</sup> salinas al 7,5% en pequeños volúmenes durante corto tiempo (3 a 5 minutos). Estas soluciones contienen una osmolaridad superior al plasma y por lo tanto con su administración se produce una salida de agua del espacio intersticial e intracelular al espacio intravascular, provocándose un aumento dramático del volumen vascular y consecuentemente de la presión vascular<sup>(15)</sup>.

Para conocer la frecuencia de administración en ml por hora que debemos marcar en la bomba de infusión deberemos utilizar la Fórmula n° 4:

$$\# \text{ ml/h} = \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \times \frac{\text{dosis en ml} \times \text{peso kg}}{\text{n}^\circ \text{ minutos}}$$

También podemos crear una tabla (Tabla XIV) con el peso del animal y obtener la frecuencia de administración, sin olvidar de poner en la bomba de infusión la cantidad total calculada por el peso del animal para que

la bomba se pare automáticamente a los 5 minutos de administración.

## 2. Shock séptico

Cuando las bacterias o sus toxinas están presentes en la circulación sanguínea decimos que hay sepsis. Las bacterias y las endotoxinas producen la liberación de los mediadores inflamatorios, entre los que se encuentran los que interfieren con los mecanismos que regulan la presión sanguínea y el flujo de la sangre<sup>(14)</sup>. El resultado final es que los mecanismos que controlan la circulación sanguínea se alteran y se produce una hipotensión y una mala distribución de la sangre a los tejidos. Por otro lado la presencia de endotoxinas produce alteraciones en la permeabilidad de los vasos, provocándose una pérdida de líquidos y proteínas desde el espacio vascular, produciéndose una hipoproteinemia y contribuyendo a la disminución de la presión venosa y por lo tanto del *output* cardíaco<sup>(14)</sup>. También es frecuente encontrar alteraciones en el metabolismo de la glucosa con el resultado de hipoglicemia<sup>(14)</sup>.

Clínicamente nos podemos encontrar el estado mental muy depresivo y débil, las extremidades frías, mucosas pálidas y un tiempo de relleno capilar prolongado y pulso débil. Puede haber diarrea hemorrágica en el





**Tabla XV.** Efecto renal dopamina (dosis baja): solución de 500 ml con 490 ml de suero glucosado al 5% o suero salino al 0,9% y 10 ml (200 mg) de dopamina a la dosis de 4 µg/kg/minuto.

kg	ml/h	kg	ml/h	kg	ml/h
1	0,6	16	9,6	31	18,6
2	1,2	17	10,2	32	19,2
3	1,8	18	10,8	33	19,8
4	2,4	19	11,4	34	20,4
5	3	20	12	35	21
6	3,6	21	12,6	36	21,6
7	4,2	22	13,2	37	22,2
8	4,8	23	13,8	38	22,8
9	5,4	24	14,4	39	23,4
10	6	25	15	40	24
11	6,6	26	15,6	41	24,6
12	7,2	27	16,2	42	25,2
13	7,8	28	16,8	43	25,8
14	8,4	29	17,4	44	26,4
15	9	30	18	45	27

caso de lesión en la mucosa intestinal o hipoxia<sup>(14)</sup>. Si se han producido lesiones masivas en los vasos sanguíneos puede desencadenarse una coagulación intravascular diseminada<sup>(14)</sup>.

En el caso de no haber deshidratación la utilización de la solución salina hipertónica al 7,5% produce un aumento del *output* cardiaco<sup>(15)</sup>. Sin embargo para regular el flujo sanguíneo suele ser necesario utilizar medicamentos inotrópicos como la dopamina<sup>f</sup> (dosis media) o dobutamina<sup>n(11)</sup>. Si ha habido pérdida de proteínas y hay hipoproteinemia utilizaremos dextrano<sup>s</sup> 70 y evitaremos utilizar grandes cantidades de soluciones de cristaloides para evitar hemodilución. En el caso de producirse hipoglucemia deberemos administrar glucosa al 50%<sup>l</sup> por vía endovenosa en bolo 1-2ml/kg y soluciones glucosadas al 5%<sup>u</sup> o 10%<sup>v</sup> a dosis de mantenimiento. Para el control de la septicemia utilizaremos el metronidazol<sup>w</sup> para las infecciones anaerobias y antibióticos de amplio espectro para los gérmenes Gram negativos y positivos<sup>(6)</sup>.

Como consecuencia de la hipoxia tisular y del metabolismo anaerobio puede producirse acidosis metabólica. En este caso está indicado utilizar la solución de bicarbonato sódico 1/6M<sup>y</sup>. Sin embargo si no se puede valorar los gases y el pH en sangre no deberemos administrar más de 1 mEq/kg/h<sup>(14)</sup>.

### 3. Shock traumático

El shock traumático es frecuente en la práctica clínica. Como resultado de las lesiones sobre los tejidos se liberan los mediadores inflamatorios provocándose una distribución anormal del flujo sanguíneo<sup>(14)</sup>. El ob-

jetivo terapéutico es similar a lo ya descrito anteriormente, restablecer el flujo sanguíneo a todos los tejidos con soluciones isotónicas de cristaloides o solución salina hipertónica<sup>g</sup> 7,5%<sup>(15)</sup>. Las pérdidas de sangre (hemorragia) y la sepsis pueden complicar el shock traumático, en estos casos utilizaremos las pautas terapéuticas mencionadas en el shock hipovolémico y séptico<sup>(14)</sup>.

### 4. Shock neurogénico

Traumatismos craneales o los anestésicos pueden afectar a las neuronas vasomotoras simpáticas y provocar dilatación venosa y arterial. Se produce una distribución anormal del volumen sanguíneo y una disminución del *output* cardiaco. La utilización de la solución salina hipertónica 7,5% está indicada, así como medicamentos inotrópicos como la dopamina (dosis media) o dobutamina<sup>(14, 15)</sup>.

### 5. Shock en dilatación-torsión de estómago

Como consecuencia de la dilatación y desplazamiento del estómago se produce una compresión de los vasos (especialmente la vena cava y la porta), provocándose una disminución del flujo venoso de retorno. Como consecuencia de la obstrucción venosa se produce una congestión venosa y la salida del líquido de los vasos. El resultado es la disminución de la presión venosa, del *output* cardiaco y de la presión arterial<sup>(14)</sup>. Por otro lado la isquemia que se produce a nivel gástrico puede provocar el paso de bacterias a la circulación con lo que el shock puede convertirse en séptico. La solución





Tabla XVI. Suplementación de potasio por vía intravenosa<sup>(18)</sup>.

Potasio en suero (mEq/L)	mEq de ClK a añadir en 500ml de suero	frecuencia máxima de administración (ml/kg/h)
<2,0	40	6
2,1-2,5	30	8
2,6-3,0	20	12
3,1-3,5	14	18
3,6-5,0	10	25

salina hipertónica 7,5% es de elección para restablecer rápidamente la presión venosa<sup>(14, 15)</sup>. Como puede producirse sepsis utilizaremos la pauta terapéutica descrita anteriormente si es necesario.

Aparte del tratamiento de emergencia que hemos comentado, estos animales pueden llegar a tener hipoproteïnemia como consecuencia de la endotoxemia (pérdida de proteínas por la alteración en la permeabilidad de los vasos) y por la pérdida de sangre que se produce durante la cirugía. Así pues la administración de plasma o sustituto del plasma como el dextrano 70 estará indicado<sup>(14)</sup>.

### Insuficiencia renal aguda

La insuficiencia renal aguda es un síndrome caracterizado por un deterioro abrupto de la función renal con retención de componentes nitrogenados y pérdida de la capacidad de regular los solutos y el equilibrio hídrico<sup>(16)</sup>. El fallo renal puede ser producido por causas como la nefritis intersticial, enfermedad glomerular y vascular, nefrotoxinas y la isquemia renal<sup>(16)</sup>.

La administración de fluidos es fundamental en el manejo del enfermo renal para corregir la deshidratación, mantener el estado de hidratación, aumentar el volumen sanguíneo junto con la administración de diuréticos para intentar aumentar el flujo sanguíneo renal y la filtración glomerular<sup>(16)</sup>. Una vez el volumen sanguíneo es adecuado, mediante la diuresis intensiva se intenta convertir la oliguria en no oliguria<sup>(16)</sup>. La dopamina<sup>f</sup> (Tabla VII y XV) a dosis bajas aumenta el flujo de orina y la eliminación de sodio, como consecuencia del aumento de la irrigación renal y de la filtración glomerular<sup>(11)</sup>. Con la combinación de la dopamina con la furosemida el efecto diurético se potencia<sup>(16)</sup>. Otra alternativa es utilizar la solución de manitol<sup>h</sup> al 20% para provocar una diuresis osmótica<sup>(16)</sup>. Si se consigue aumentar el flujo de orina se puede administrar manitol en infusión continua o en bolos intermitentes, pero sin sobrepasar los 2g/kg al día<sup>(16)</sup>.

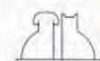
## Aparato digestivo

El aparato digestivo es la vía de entrada de los líquidos y los nutrientes que recibe el organismo. Cuando existen alteraciones en el aparato digestivo que dificultan la absorción de estos líquidos o nutrientes o se producen pérdidas crónicas (vómitos y diarreas)<sup>(17)</sup>.

### 1. Gastroenteritis hemorrágica

La gastroenteritis hemorrágica vírica es la más frecuente, especialmente en cachorros. Estos animales sufren pérdidas importantes de agua, electrolitos y sangre<sup>(17)</sup>. Es pues frecuente encontrar animales con deshidratación, hipopotasemia e hipoproteïnemia<sup>(17)</sup>. Por otro lado no es posible administrar ningún tipo de alimento ni líquido por vía oral. Se debe administrar solución de Ringer lactato<sup>z</sup> o solución salina<sup>d</sup> al 0,9% suplementadas con cloruro potásico<sup>o</sup> (Tabla XVI) para restablecer el estado de hidratación, suplir las pérdidas que se producen y mantener el estado de hidratación. En el caso de haber hipoproteïnemia deberemos administrar sangre total o plasma o sustitutos del plasma como el dextrano<sup>s</sup> 70 salino para mantener la presión oncótica y evitar la acumulación de líquidos en el espacio intersticial (edema)<sup>(17)</sup>.

La endotoxemia y septicemia puede ser una complicación que puede producirse como consecuencia de la alteración de la mucosa intestinal como ocurre en la parvovirus canina<sup>(14, 17)</sup>. En estos casos es muy importante utilizar antibióticos que sean efectivos especialmente contra las bacterias Gram negativas y los microorganismos anaerobios<sup>(14)</sup>. El metronidazol<sup>w</sup> por vía endovenosa tiene un efecto bactericida contra la gran mayoría de bacterias anaerobias y es uno de los antibióticos de elección en estos casos. Finalmente el control de la hipoglicemia en estos casos es muy importante, para ello en los casos en que la glicemia sea < 40mg/dl administraremos una infusión por vía endo-





venosa de suero glucosado<sup>i</sup> al 50% (0,5-1 ml/kg) hasta efecto para posteriormente mantener una infusión de solución de glucosa<sup>v</sup> al 2,5% o al 5% mediante la adición de solución glucosada<sup>i</sup> al 50% a la solución de mantenimiento que estemos administrando<sup>(17)</sup>.

## Agradecimientos

A todos los veterinarios que trabajan en el Hospital Ars Veterinaria, por la ayuda prestada en la realización de este trabajo y sobre todo por la aplicación práctica del mismo en la clínica diaria.

<sup>a</sup> B.Braun Infusomat® fm y Perfusor® fm

<sup>b</sup> Infusomat y Jeringa-Perfusor-original Braun

<sup>c</sup> Glucosado 5% Braun

<sup>d</sup> Fisiológico Braun

<sup>e</sup> Valium Roche

<sup>f</sup> Dopamina Fides

<sup>g</sup> Hipertónico salino Braun

<sup>h</sup> Osmofundina concentrada Braun

<sup>i</sup> Solu-Moderin Pharma & Upjohn

<sup>j</sup> Tagamet Smith Kline

<sup>k</sup> Gardenal Rhone Poulenc

<sup>l</sup> Tiobarbital Braun

<sup>m</sup> Nitroprussiat Fides

<sup>n</sup> Dobutrex Lilly

<sup>o</sup> Cloruro potásico al 14,9% 2M Braun

<sup>p</sup> Lidocaína Braun al 5%

<sup>q</sup> Lidocaína I.V. Braun al 0,4%

<sup>r</sup> Biocoryl Uriach and Cia

<sup>s</sup> Dextranorm 70 salino

<sup>t</sup> Glucosado 50% Braun

<sup>u</sup> Glucosado 5% Braun

<sup>v</sup> Glucosado 10% Braun

<sup>w</sup> Metronidazol I.V. Braun 500 mg

<sup>y</sup> Bicarbonato sódico Braun 1/6 M

<sup>z</sup> Ringer lactato Braun

**Summary.** In this paper we describe drugs and solutions that we can use in a constant rate infusion in dogs. These drugs are common used in critical care units and in emergency medicine. Some examples with different clinical situations, tables and formulas are described.

*Key words:* Constant rate infusion; Critical care; Dog.

## Autoevaluación\*

1. Un perro con una historia de vómitos y diarreas hemorrágicas se nos presenta con mucosas pálidas, temperatura rectal de 37 ° C y una deshidratación de un 7% aproximadamente. El valor hematocrito es de 37% y las proteínas totales de 6 ¿cuál es el suero de elección?

- a) Ringer lactato.
- b) Dextrano 70.
- c) Ringer lactato suplementado con cloruro potásico.
- d) Hipertónico salino 7,5%.

2. Un perro de raza Basset Hound se presentó con una parálisis de aparición aguda hace aproximadamente 2 días. El perro fue atendido inicialmente por un veterinario a domicilio pero como no ha habido mejoría lo llevan a una clínica. ¿Cuál de las siguientes opciones es la indicada?

- a) Administramos un bolo de metil prednisolona a la dosis de 30 mg/kg durante 15 minutos aproximadamente y pasadas 2 horas una infusión continua de 5,4 mg/kg/h durante 24 horas, y esperamos a ver si el perro mejora en 8 horas aproximadamente.
- b) Iniciamos un protocolo de diagnóstico si tenemos los conocimientos y los medios adecuados o lo referimos a un centro especializado.

3. No dispongo de bomba de infusión pero haciendo los cálculos en gotas-minuto puedo administrar los medicamentos en infusión continua.

- a) Verdadero.
- b) Falso.

4. La lidocaína al 0,4% se puede utilizar en el caso de arritmias supraventriculares.

- a) Verdadero.
- b) Falso.

5. En el caso de arritmias ventriculares el medicamento inicial de elección es:

- a) Dobutamina.
- b) Dopamina.
- c) Procainamida.
- d) Lidocaína.





6. El nitroprusiato sódico en infusión continua se debe utilizar como máximo durante 4 horas ya que hay riesgo de toxicidad.

- a) Verdadero.
- b) Falso.

7. En el caso de ataques continuos, no controlados, el medicamento de elección en infusión continua es:

- a) Tiopental sódico.
- b) Bromuro potásico.
- c) Fenobarbital.
- d) Bicarbonato sódico.

8. En la insuficiencia renal aguda la dopamina es uno de los medicamentos de elección empezando con dosis bajas y, dependiendo de la respuesta, ir aumentando la dosis hasta conseguir el efecto deseado.

- a) Verdadero.
- b) Falso.

9. En el shock cardiogénico la dobutamina es uno de los medicamentos de elección pero su uso está contraindicado si la función renal está alterada.

- a) Verdadero.
- b) Falso.

10. En el caso de que los niveles séricos de potasio sean bajos (2,4 mEq/L) utilizaremos un suero que lleve potasio como el lactato de Ringer.

- a) Verdadero.
- b) Falso.

\* Las respuestas a estas preguntas se publicarán en el próximo número de *Clínica Veterinaria de Pequeños Animales*.

## Bibliografía

1. Macintire DK. The practical use of constant rate infusion. *En: JD Bonagura. (ED): Kirk's Current Veterinary Therapy XII, WB Saunders Company. Philadelphia, 1995: 184-188.*
2. Crowe DT y Spreng DE. Doppler assessment of blood flow and pressure in surgical and critical care patients. *En: JD Bonagura. (ED): Kirk's Current Veterinary Therapy XII, WB Saunders Company. Philadelphia, 1995: 113-117.*
3. B. Braun Medical SA. Descripción del sistema Infusomat FM y Perfusor FM.
4. Dhupa N, Shaffran N. Continuous rate infusions formulas (Appendix 3). *En: SJ Ettinger y EC Feldman (Ed): Textbook of Veterinary Internal Medicine. Fourth edition, WB Saunders Company. Philadelphia, 1995: 2130-2145.*
5. Papich MG. Incompatible critical care drug combinations. *En: JD Bonagura. (ED): Kirk's Current Veterinary Therapy XII, WB Saunders Company. Philadelphia, 1995:194-199.*
6. Green GE, Watson AJ. Antimicrobial drug formulary Appendix 8. *En: GE Green (ed). Infectious disease of the dog and cat second edition, WB Saunders Company. Philadelphia, 1998: 875.*
7. LeCouteur R. Management of central nervous system trauma. *Proceedings North American Veterinary Conference. Orlando, 1997: 364-367.*
8. Hopkins AL. Head trauma. *Veterinary Clinics of North America, WB Saunders Company. Philadelphia, 1996; 26 (4): 875-891.*
9. Podell M. Seizures in dogs. *Veterinary Clinics of North America. WB Saunders. Philadelphia; 1996: 26: 779-809.*
10. Hamlin RL. Pathophysiology of the failing heart. *En: P R Fox, Sisson D, Moise NS (eds). Textbook of canine and feline cardiology second edition, WB Saunders Company. Philadelphia, 1999: 205-215.*
11. Sisson D, Kittleson MD. Management of heart failure: principles of treatment, therapeutic strategies, and pharmacology. *En: P R Fox, Sisson D, Moise NS (eds). Textbook of canine and feline cardiology second edition, WB Saunders Company. Philadelphia, 1999:216-250.*
12. Proulux J, Dhupa N. Sodium nitroprusside: uses and precautions. *En: Bonagura JD (Ed): Kirks Current Veterinary therapy XIII, WB Saunders Company. Philadelphia 2000: 194-197.*
13. Moise NS. Diagnosis and management of canine arrhythmias. *En: P R Fox, Sisson D, Moise NS (eds). Textbook of canine and feline cardiology second edition, WB Saunders Company. Philadelphia, 1999:331-385..*
14. Tobias TA, Schertel ER. Shock: concepts and management. *En: DiBartola SP. Fluid therapy in small animal practice, WB Saunders Company. Philadelphia, 1992: 436-470.*
15. Schertel ER, Tobias TA. Hypertonic fluid therapy. *En: DiBartola SP: Fluid therapy in small animal practice, WB Saunders Company. Philadelphia, 1992: 471-485.*
16. Chew D. Fluid therapy during intrinsic renal failure. *En: DiBartola SP: Fluid therapy in small animal practice, WB Saunders Company. Philadelphia, 1992:554-572.*
17. Jonson SE. Fluid therapy for gastrointestinal, pancreatic, and hepatic disease. *En: DiBartola SP: Fluid therapy in small animal practice, WB Saunders Company. Philadelphia, 1992: 507-528.*
18. Green RW, Scott RC. Lower urinary tract disease. *En: Ettinger SJ: Textbook of Veterinary Internal Medicine, WB Saunders Company. Philadelphia, 1975: 1572.*

