



CEU

*Universidad
Cardenal Herrera*

FACULTAD DE VETERINARIA

DEPARTAMENTO DE MEDICINA Y CIRUGÍA ANIMAL

PROGRAMA DE DOCTORADO CIENCIAS DE LA SALUD

**MORTALIDAD ANESTÉSICA CANINA
Y FELINA EN ESPAÑA**

TESIS DOCTORAL

LAURA GIL VICENTE

VALENCIA, JUNIO DE 2010



CEU

*Universidad
Cardenal Herrera*

JOSÉ IGNACIO REDONDO GARCÍA, DOCTOR EN VETERINARIA Y PROFESOR AGREGADO DEL DEPARTAMENTO DE MEDICINA Y CIRUGÍA ANIMAL DE LA UNIVERSIDAD CEU CARDENAL HERRERA

INFORMA

Que la Tesis Doctoral titulada "*Mortalidad anestésica canina y felina en España*", de la que es autora Doña Laura Gil Vicente, Licenciada en Veterinaria, ha sido realizada bajo mi dirección, en el Departamento de Medicina y Cirugía Animal en el marco del Programa de Doctorado de Ciencias de la Salud, y reúne las condiciones científicas y formales para ser presentada ante el Tribunal correspondiente a fin de obtener el título de Doctor.

Y para que conste, firmo el presente en Moncada (Valencia), a 15 de junio de 2010.

Fdo. José Ignacio Redondo García

“El mérito radica en dar todo por nada, o a partir de la nada, crearlo todo”.

Leonardo Da Vinci.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	13
2. OBJETIVOS.....	15
3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	17
3.1. RIESGO DE MUERTE ANESTÉSICA.....	17
3.1.1. <i>Mortalidad perianestésica en humanos</i>	18
3.1.2. <i>Mortalidad perianestésica en el caballo</i>	18
3.1.3. <i>Mortalidad perianestésica en pequeños animales</i>	18
3.2. CAUSAS DE MUERTE PERIOPERATORIA.....	24
3.2.1. <i>Cardiovasculares</i>	24
3.2.2. <i>Respiratorias</i>	25
3.2.3. <i>Otras causas</i>	26
3.2.4. <i>Errores humanos</i>	26
3.3. FACTORES PREDISPONENTES A LA MUERTE PERIANESTÉSICA.....	28
3.3.1. <i>Factores predisponentes en humanos</i>	28
3.3.2. <i>Factores predisponentes en caballos</i>	29
3.3.3. <i>Factores predisponentes en pequeños animales</i>	30
4. MATERIAL Y MÉTODOS.....	47
4.1. INTRODUCCIÓN.....	47
4.2. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA.....	48
4.3. DEFINICIÓN DE MUERTE PERIANESTÉSICA.....	48
4.4. RECOLECCIÓN DE DATOS.....	48
4.5. CLASIFICACIÓN Y DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES ESTUDIADAS.....	52
4.6. PROCESAMIENTO DE LOS DATOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	54
4.6.1. <i>Codificación de las variables</i>	55
4.6.2. <i>Análisis estadístico univariante</i>	60
4.6.3. <i>Análisis estadístico multivariante</i>	61
5. RESULTADOS.....	63
5.1. MORTALIDAD ANESTÉSICA CANINA.....	63
5.1.1. <i>Estudio univariante</i>	63
5.1.2. <i>Estudio multivariante</i>	81
5.2. MORTALIDAD ANESTÉSICA FELINA.....	85
5.2.1. <i>Análisis univariante</i>	85
5.2.2. <i>Estudio multivariante</i>	99

6. DISCUSIÓN	103
6.1. MORTALIDAD ANESTÉSICA EN PEQUEÑOS ANIMALES EN ESPAÑA.....	104
6.2. FACTORES DE RIESGO ANESTÉSICO EN EL PERRO.....	108
6.2.1. <i>Estudio univariante</i>	108
6.2.2. <i>Estudio multivariante</i>	118
6.3. FACTORES DE RIESGO ANESTÉSICO EN EL GATO.....	123
6.3.1. <i>Estudio univariante</i>	123
6.3.2. <i>Estudio multivariante</i>	127
7. CONCLUSIONES	133
8. RESUMEN	135
9. SUMMARY	137
10. BIBLIOGRAFIA	139
11. AGRADECIMIENTOS	151

Índice de tablas

TABLA 1. RELACIÓN DE CLÍNICAS Y HOSPITALES VETERINARIOS COLABORADORES EN NUESTRO ESTUDIO.	47
TABLA 2. CODIFICACIÓN DE PARÁMETROS DE LAS VARIABLES EMPLEADAS EN ANÁLISIS MULTIVARIANTE.	57
TABLA 3. PROCEDIMIENTOS ANESTÉSICOS DE LOS PERROS.	67
TABLA 4. FÁRMACOS MÁS EMPLEADOS EN LA SEDACIÓN CANINA.	68
TABLA 5. FÁRMACOS MÁS USADOS EN LA INDUCCIÓN CANINA.	68
TABLA 6. FÁRMACOS MÁS EMPLEADOS EN EL MANTENIMIENTO ANESTÉSICO CANINO.	69
TABLA 7. FÁRMACOS MÁS EMPLEADOS EN LA ANALGESIA PERIOPERATORIA CANINA.	70
TABLA 8. DESCRIPCIÓN DE LOS PERROS QUE MURIERON.	71
TABLA 9. NÚMERO DE ANIMALES, MUERTES, ÍNDICE DE MORTALIDAD Y RIESGO RELATIVO DE LAS RAZAS CANINAS EN LAS QUE MURIERON ANIMALES.	72
TABLA 10. DATOS DEMOGRÁFICOS, ÍNDICES DE MORTALIDAD Y VALORES DE RIESGO RELATIVO EN EL ESTUDIO DE MORTALIDAD ANESTÉSICA CANINA.	78
TABLA 11. DATOS DEL USO DE LOS DISTINTOS FÁRMACOS ANESTÉSICOS, ÍNDICES DE MORTALIDAD Y VALORES DE RIESGO RELATIVO EN EL ESTUDIO DE MORTALIDAD ANESTÉSICA CANINA.	80
TABLA 12. DATOS DEL USO DE LOS DISTINTOS FÁRMACOS ANALGÉSICOS, ÍNDICES DE MORTALIDAD Y VALORES DE RIESGO RELATIVO PARA CADA CATEGORÍA EN EL ESTUDIO DE MORTALIDAD ANESTÉSICA CANINA.	81
TABLA 13. VARIABLES SIGNIFICATIVAS QUE QUEDAN EN LA ECUACIÓN DE REGRESIÓN LOGÍSTICA EN EL ESTUDIO DE MORTALIDAD PERIANESTÉSICA CANINA.	82
TABLA 14. VARIABLES SIGNIFICATIVAS QUE QUEDAN EN LA ECUACIÓN DE REGRESIÓN LOGÍSTICA EN EL ESTUDIO DE MORTALIDAD INTRAOPERATORIA CANINA.	83
TABLA 15. VARIABLES SIGNIFICATIVAS QUE QUEDAN EN LA ECUACIÓN DE REGRESIÓN LOGÍSTICA EN EL ESTUDIO DE MORTALIDAD POSTOPERATORIA CANINA.	84
TABLA 16. DATOS DEMOGRÁFICOS, ÍNDICES DE MORTALIDAD Y VALORES DE RIESGO RELATIVO PARA CADA CATEGORÍA EN EL ESTUDIO DE MORTALIDAD ANESTÉSICA FELINA.	86
TABLA 17. PROCEDIMIENTOS ANESTÉSICOS EN LOS GATOS.	89
TABLA 18. FÁRMACOS MÁS EMPLEADOS DURANTE LA SEDACIÓN EN LOS GATOS.	90
TABLA 19. FÁRMACOS MÁS USADOS DURANTE LA INDUCCIÓN EN LOS GATOS.	90
TABLA 20. FÁRMACOS MÁS EMPLEADOS DURANTE EL MANTENIMIENTO EN LOS GATOS.	91
TABLA 21. FÁRMACOS MÁS EMPLEADOS EN LA ANALGESIA PERIOPERATORIA EN LOS GATOS.	91
TABLA 22. DETALLES DE LOS GATOS QUE MURIERON.	92
TABLA 23. NÚMERO DE ANIMALES, MUERTES, ÍNDICE DE MORTALIDAD Y RIESGO RELATIVO DE LAS RAZAS MÁS REPRESENTADAS EN LA MUESTRA.	93
TABLA 24. FÁRMACOS ANESTÉSICOS, ÍNDICES DE MORTALIDAD Y VALORES DE RIESGO RELATIVO EN LOS GATOS. ...	98

Índice

TABLA 25. DATOS DEL USO EN LOS GATOS DE LOS DISTINTOS FÁRMACOS ANALGÉSICOS, ÍNDICES DE MORTALIDAD Y VALORES DE RIESGO RELATIVO PARA CADA CATEGORÍA.....	99
TABLA 26. VARIABLES SIGNIFICATIVAS QUE QUEDAN EN LA ECUACIÓN DE REGRESIÓN LOGÍSTICA EN EL ESTUDIO DE MORTALIDAD PERIANESTÉSICA.	100
TABLA 27. VARIABLES SIGNIFICATIVAS QUE QUEDAN EN LA ECUACIÓN DE REGRESIÓN LOGÍSTICA EN EL ESTUDIO DE MORTALIDAD INTRAOPERATORIA.....	101
TABLA 28. VARIABLES SIGNIFICATIVAS QUE QUEDAN EN LA ECUACIÓN DE REGRESIÓN LOGÍSTICA EN EL ESTUDIO DE MORTALIDAD POSTOPERATORIA.....	102

Índice de figuras

FIGURA 1. FORMULARIO DE ENCUESTA EPIDEMIOLÓGICA ENVIADO A LOS CENTROS VETERINARIOS COLABORADORES EN EL ESTUDIO.	51
FIGURA 2. PROGRAMA STATISTICA PARA WINDOWS® v.6.0.....	60
FIGURA 3. PROGRAMA SPSS PARA WINDOWS® v.15.0 (CHICAGO. EEUU).....	62
FIGURA 4. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA DE LAS CLÍNICAS PARTICIPANTES EN EL ESTUDIO (EN AZUL OSCURO).	63

Índice de gráficas

GRÁFICA 1. PRINCIPALES RAZAS CANINAS.	64
GRÁFICA 2. PORCENTAJE DE INTERVENCIONES SEGÚN EL MOTIVO DE LA ANESTESIA.	65
GRÁFICA 3. DISTRIBUCIÓN DE LOS PACIENTES SEGÚN EL RIESGO ANESTÉSICO.	66
GRÁFICA 4. PORCENTAJE DE LOS TIPOS DE MANTENIMIENTO ANESTÉSICO.	66
GRÁFICA 5. CLASIFICACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS ANESTÉSICOS SEGÚN SU DURACIÓN.	67
GRÁFICA 6. ÍNDICE DE MORTALIDAD SEGÚN EL SEXO DE LOS PACIENTES EN LOS PERROS.	73
GRÁFICA 7. ÍNDICE DE MORTALIDAD SEGÚN LA EDAD DE LOS PACIENTES EN LOS PERROS.	74
GRÁFICA 8. ÍNDICE DE MORTALIDAD SEGÚN EL PESO DE LOS PACIENTES EN LOS PERROS.	74
GRÁFICA 9. ÍNDICE DE MORTALIDAD SEGÚN TIPO DE INTERVENCIÓN REALIZADA EN LOS PERROS.	75
GRÁFICA 10. ÍNDICE DE MORTALIDAD SEGÚN EL GRADO DE RIESGO ANESTÉSICO DE LOS PERROS.	76
GRÁFICA 11. MORTALIDAD SEGÚN EL TIPO DE ANESTESIA EN LOS PERROS.	76
GRÁFICA 12. ÍNDICE DE MORTALIDAD SEGÚN LA DURACIÓN DEL PROCEDIMIENTO EN LOS PERROS.	77
GRÁFICA 13. PRINCIPALES RAZAS FELINAS QUE PARTICIPARON EN EL ESTUDIO Y NÚMERO DE INDIVIDUOS DE CADA UNA.	85
GRÁFICA 14. PORCENTAJE DE INTERVENCIONES SEGÚN EL MOTIVO DE LA ANESTESIA EN LOS GATOS.	87
GRÁFICA 15. PORCENTAJE DE PACIENTES SEGÚN EL RIESGO ANESTÉSICO EN LOS GATOS.	88
GRÁFICA 16. PORCENTAJE DE LOS TIPOS DE MANTENIMIENTO ANESTÉSICO EN LOS GATOS.	88
GRÁFICA 17. CLASIFICACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS ANESTÉSICOS SEGÚN SU DURACIÓN EN LOS GATOS.	89
GRÁFICA 18. ÍNDICE DE MORTALIDAD SEGÚN EL SEXO DE LOS GATOS.	94
GRÁFICA 19. ÍNDICE DE MORTALIDAD SEGÚN LA EDAD DE LOS GATOS.	94
GRÁFICA 20. ÍNDICE DE MORTALIDAD SEGÚN TIPO DE INTERVENCIÓN REALIZADA EN LOS GATOS.	95
GRÁFICA 21. ÍNDICE DE MORTALIDAD SEGÚN EL GRADO DE RIESGO ANESTÉSICO DE LOS GATOS.	96
GRÁFICA 22. MORTALIDAD SEGÚN EL TIPO DE ANESTESIA EN LOS GATOS.	96
GRÁFICA 23. ÍNDICE DE MORTALIDAD SEGÚN LA DURACIÓN DEL PROCEDIMIENTO EN LOS GATOS.	97
GRÁFICA 24. ESTUDIO COMPARATIVO DE LA MORTALIDAD ANESTÉSICA DEL ESTUDIO DE REDONDO ET AL. (2001) Y EL ACTUAL, SEGÚN EL PROCEDIMIENTO REALIZADO.	113
GRÁFICA 25. ESTUDIO COMPARATIVO DE LA MORTALIDAD CANINA ENTRE EL ESTUDIO DE REDONDO ET AL. (2001) Y EL ACTUAL, SEGÚN EL RIESGO ANESTÉSICO.	115
GRÁFICA 26. ESTUDIO COMPARATIVO DE LA MORTALIDAD ANESTÉSICA EN LOS GATOS DEL ESTUDIO DE REDONDO ET AL. (2001) Y EL ACTUAL, SEGÚN EL PROCEDIMIENTO REALIZADO.	125
GRÁFICA 27. ESTUDIO COMPARATIVO DE LA MORTALIDAD ENTRE EL ESTUDIO DE REDONDO ET AL. (2001) Y EL ACTUAL, SEGÚN EL RIESGO ANESTÉSICO DE LOS GATOS.	126

1. INTRODUCCIÓN

Desde sus orígenes, la Humanidad ha buscado medios para eliminar el dolor. Sin embargo, no fue hasta muy recientemente, en 1846, en que se empezó a ganar la batalla. El 16 de octubre de ese año, William Morton realizó una exitosa demostración del uso de la anestesia tras administrar éter a un paciente del doctor John Collins Warren. El doctor Warren pudo eliminar un tumor en el cuello de dicho paciente sin que éste sintiera dolor alguno y reconoció públicamente la eficacia del éter sulfúrico como anestésico general inhalatorio. Desde ese momento, el empleo de éter se difundió rápidamente por todo el mundo, por lo que este hecho sentó las bases de la uso de medios anestésicos con una base científica y se considera un hito en la Historia de la Medicina.

La investigación en anestesiología ha buscado desde entonces técnicas y fármacos cada vez más seguros. Hay que tener en cuenta que este procedimiento, sumamente útil, entraña riesgos. La anestesia supone una intoxicación controlada del sistema nervioso, lo que provoca una alteración del metabolismo y estado fisiológico del paciente al deprimirse todos sus sistemas vitales. Durante el procedimiento anestésico se pueden presentar complicaciones que ponen en riesgo la vida del paciente, de las cuales la consecuencia más dramática es la muerte.

Sólo dos años después de la primera anestesia, en 1848, se registró la primera muerte directamente atribuible a la misma. Hannah Greener murió en la inducción con cloroformo. Desde este momento se han investigado exhaustivamente las causas de la mortalidad durante la anestesia. El primer estudio serio lo realizó John Snow en 1858. En este trabajo analizó 50 casos de muertes que ocurrieron durante la anestesia con cloroformo. En ese momento las muertes ocurrieron sobre todo en pacientes sanos sometidos a procedimientos menores, por lo que se ya empezó a pensarse que la anestesia era la principal causa de la muerte.

En esta Tesis Doctoral nos vamos a centrar en estudiar las muertes producidas como consecuencia de la anestesia en la clínica canina y felina en España. Al mismo tiempo investigaremos qué complicaciones surgen durante este procedimiento, cómo se originan y de qué forma podemos evitarlas a fin de reducir el número de muertes producidas.

El índice de mortalidad se toma como referencia para valorar la seguridad anestésica, ya que nos indica la probabilidad de muerte que tiene un individuo como consecuencia de la anestesia. Se han realizado numerosos estudios epidemiológicos evaluando este factor tanto en medicina humana como en veterinaria. En el caso de la anestesia veterinaria podemos destacar dos trabajos, el de Redondo et al. (2001) en España y el de Brodbelt (2006) en Reino Unido. El primer estudio es el único trabajo realizado en España que evalúa la mortalidad anestésica, con lo que es el único índice de seguridad anestésica realizado hasta el momento en nuestro país. Este trabajo nos servirá como punto de referencia. El segundo trabajo, realizado por Brodbelt (2006), es uno de los más completos de los realizados hasta el momento. En él se evalúan los índices de mortalidad de las principales especies de pequeños animales atendidas en nuestras clínicas veterinarias, así como los distintos factores de riesgo que predisponen a la muerte durante la anestesia. Estimando estos factores de riesgo y siendo conscientes de ellos, podemos hacer recomendaciones para intentar mejorar la práctica anestésica y reducir la mortalidad de nuestros pacientes como consecuencia de la anestesia.

2. OBJETIVOS

El objetivo general de esta Tesis Doctoral es estudiar la mortalidad anestésica actual en perros y gatos en España. Además, como objetivos parciales nos hemos planteado:

- Estimar el índice de mortalidad perianestésica canina y felina en nuestro país.
- Identificar los principales factores de riesgo que predisponen a la muerte anestésica en las dos especies.
- Realizar recomendaciones para intentar reducir esta mortalidad y mejorar así la práctica anestésica actual en España.
- Analizar los protocolos anestésicos y detectar aquellos fármacos que afectan positiva o negativamente la probabilidad de muerte durante la anestesia.

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

La anestesia es un estado de inconsciencia y analgesia provocado por una intoxicación controlada y reversible del sistema nervioso, lo que provoca una alteración del metabolismo y del estado fisiológico del individuo (McKelvey y Hollingshead, 2003). Así, durante el procedimiento anestésico se pueden presentar complicaciones que ponen en riesgo la vida, siendo su consecuencia más dramática la muerte del paciente (Redondo et al. 2001).

La evaluación de las complicaciones anestésicas perioperatorias es una herramienta de gran ayuda para intentar reducir la morbilidad y la mortalidad. Si determinamos los factores asociados con la mortalidad anestésica podemos llegar a identificar la etiología de las complicaciones. De este modo podemos intentar prevenirlas, y así reducir los índices de mortalidad (Redondo et al. 2001). En medicina humana y en medicina veterinaria se han realizado numerosos trabajos con este objetivo.

El índice de mortalidad, es decir, el porcentaje de animales que mueren respecto el total de animales anestesiados, se toma como referencia para valorar la seguridad anestésica (Brodbelt, 2006). En humanos oscila entre 0,01 y 0,00167% (Lunn y Mushin, 1982; Devlin, 1988; Tikkanen y Hovi-Viander, 1995; Biboulet et al. 2001; Kawashima et al. 2001). En medicina veterinaria los trabajos realizados en anestesia equina revelan índices de mortalidad entorno al 1% (Johnston et al. 1995; Johnston et al. 2002). En pequeños animales podemos destacar varios trabajos, siendo el más reciente el realizado por Brodbelt (2006) en Reino Unido. Brodbelt ha calculado un índice de mortalidad anestésica cercano al 0,17% en perros y 0,24% en gatos.

3.1. Riesgo de muerte anestésica

No todas las muertes que ocurren durante el periodo perioperatorio son muertes anestésicas. Según Muir, (2007), la muerte de un paciente antes, durante o después de la anestesia puede estar provocada por:

- la anestesia en sí.
- la cirugía o el procedimiento diagnóstico en sí.
- la anestesia principalmente, pero con una contribución significativa del procedimiento.

- la cirugía o la prueba diagnóstica principalmente, pero con una contribución significativa de la anestesia.
- la enfermedad primaria que sufre el paciente.
- causas indeterminadas.

Así, la muerte anestésica puede definirse como aquella en la que la anestesia es la única o principal causa de la muerte, o ha contribuido de una forma importante a que se produzca (Brodgelt, 2006).

3.1.1.Mortalidad perianestésica en humanos

El riesgo de mortalidad anestésica en la última década está en torno al 0,050 – 0,001% en aquellos casos en los que la anestesia es la causa de la muerte, y entre 0,02 – 0,005% en los que la anestesia fue un factor fundamental pero no la causa final de la muerte (Tikkanen y Hovi-Viander, 1995; Eagle y Davis, 1997; Suan et al. 1997; Biboulet et al. 2001; Kawashima et al. 2001).

3.1.2.Mortalidad perianestésica en el caballo

El índice de mortalidad anestésica equina se encuentra en torno al 2%, reduciéndose hasta un 1% si excluimos las intervenciones de urgencia (Young y Taylor, 1990; Young y Taylor, 1993; Johnston et al. 1995; Mee et al. 1998; Johnston et al. 2002). En los casos en los que la anestesia se ha considerado como la causa fundamental de la muerte del paciente, el índice de mortalidad alcanza el 0,1% (Mee et al. 1998).

3.1.3.Mortalidad perianestésica en pequeños animales

Para poder comparar adecuadamente las distintas publicaciones y evaluar el índice de mortalidad, hemos de tener en cuenta el tipo de estudio (multicéntrico o no), el centro en que se realice (hospital universitario de referencia o consultorio), el riesgo anestésico de los pacientes que se evalúe, así como la definición de muerte perianestésica.

3.1.3.1. Estudios de mortalidad de un único centro de referencia

Los primeros trabajos de mortalidad anestésica en pequeños animales fueron realizados en algunos hospitales de forma independiente. El primer estudio fue realizado entre 1946 y 1950 en el Angell Memorial Animal Hospital de Boston, en los EEUU (Albrecht y Blakely, 1951; Lumb y Jones, 1973). En este trabajo se definió la muerte anestésica como la que ocurría entre la inducción y la recuperación del animal. Los índices de mortalidad observados fueron un 0,26% en perros y un 0,36% en gatos (Albrecht y Blakely, 1951).

En la Universidad de Colorado, también en los EEUU, se llevó a cabo un estudio prospectivo evaluando las anestесias realizadas entre 1955 y 1957 (Lumb y Jones, 1973). En este trabajo los índices calculados alcanzaron un 1,08% en perros y 1,79% en gatos. En este caso se consideró como muerte anestésica aquella ocurrida entre la inducción y la recuperación del reflejo postural, sin tener en cuenta la causa de la misma. Se pudo detectar una variación en los índices estudiando animales sanos y enfermos. Así los animales de bajo riesgo (ASA I y II) presentaron unos índices de 0,65% en perros y 1,08% en gatos, mientras que los animales de alto riesgo anestésico (ASA III, IV y V) alcanzaron índices muy superiores, 5% en perros y 10% en gatos. Estos índices de mortalidad tan elevados se asociaron a que la mayoría de las anestесias eran monitorizadas por alumnos aunque bajo vigilancia veterinaria. Por otra parte, estos autores comentaron que en los centros universitarios se suelen tratar a pacientes con un estado de salud grave y se realizan intervenciones muy complicadas, lo que contribuye a un aumento de la mortalidad.

Entre 1960 y 1973, en el Wheatridge Animal Hospital (EEUU) se realizó otro estudio en el que se detectaron índices de mortalidad anestésica de 0,23% en perros y 0,40% en gatos (Lumb y Jones, 1973). Los autores definieron la muerte anestésica como aquella que sucedía antes de la recuperación del animal. La muerte podía deberse íntegramente a la anestesia o ser consecuencia de ésta, ya fuera por obstrucción de la vía aérea o por mala perfusión de los tejidos después de un fallo cardiaco con resucitación.

Los mismos autores estudiaron los índices de mortalidad anestésica del Hospital Universitario Missouri Veterinary Hospital (EEUU), y calcularon un índice de 0,80% en perros y 0,53% en gatos, en el periodo de 1968 a 1969 (Lumb y Jones, 1973). Es muy

importante la definición que demos a la muerte anestésica, cosa que en estos estudios varía sustancialmente, ya que de ello dependerá el índice de mortalidad anestésica calculado.

En la misma Universidad de Colorado (EEUU) se realizó un nuevo estudio entre 1979 y 1981. Este trabajo reflejó una mejoría de los índices de mortalidad calculando un 0,43% en perros y un 0,26% en gatos, de los cuales un 50% fueron animales de bajo riesgo (ASA I y II). Estos resultados se atribuyeron a la utilización de anestésicos más seguros y una mayor supervisión de los alumnos que realizaban las anestesias (Lumb y Jones, 1984). En el periodo de 1993 a 1994 se realizó un nuevo estudio (Gaynor et al. 1999). Durante aquel año murieron 11 perros (0,43%) y 3 gatos (0,35%), considerando muerte anestésica la que se producía desde la premedicación hasta 24 horas después de la anestesia.

En la Universidad de Luisiana (EEUU) se realizó un estudio prospectivo entre 1995 y 1996 (Hosgood y Scholl, 1998; Hosgood y Scholl, 2002). Se tuvieron en cuenta los perros y gatos de más de 6 meses de edad que fueron sometidos a una anestesia inhalatoria de más de 30 minutos. Se evaluó la mortalidad anestésica hasta 24 horas después de la intervención. Los índices de mortalidad calculados fueron 1,49% en perros y 5,80% en gatos. Se esperaba que los resultados fueran aún mayores, ya que se incluyeron todas las muertes producidas 24 horas después de la anestesia independientemente de la causa. Sin embargo, el hecho de no incluir a pacientes menores de 6 meses, anestesias inhalatorias cortas o íntegramente inyectables, pudo afectar a los resultados obtenidos ya que se excluyeron una gran cantidad de casos.

En Reino Unido el trabajo más reciente se ha realizado en el Royal Veterinary College de Londres. El índice de mortalidad anestésica canina en este centro fue del 0,58% (Brodbelt et al. 2006). Cuando se consideraron por separado los perros de alto y bajo riesgo los índices variaron, siendo 0,088% para los de bajo riesgo (ASA I y II), y 1,37% para los de alto riesgo (ASA III-V).

El último trabajo de esta índole se ha realizado en España, en el Hospital Clínico Veterinario de la Universidad CEU Cardenal Herrera de Valencia. En este estudio retrospectivo se analizaron las anestesias realizadas en 909 perros y 362 gatos, entre el periodo de octubre del 2000 a marzo del 2008. Los resultados obtenidos indicaron un índice de mortalidad de 0,99% en perros (Redondo et al. 2008) y 3,59% en gatos (Gil et al. 2008). La mortalidad de los pacientes de bajo riesgo (ASA I y II) fue 1,04% en perros

(Redondo et al. 2008) y 1,88% en gatos (Gil et al. 2008), mientras que los de alto riesgo (ASA III, IV y V) alcanzaron índices de 0,86% en perros (Redondo et al. 2008) y 8,33 % en gatos (Gil et al. 2008).

3.1.3.2. Trabajos retrospectivos multicéntricos de mortalidad anestésica

El primer estudio multicéntrico que evaluó la mortalidad anestésica en pequeños animales fue un estudio retrospectivo realizado en Escocia (Reino Unido), que analizó la anestesia felina (Dodman, 1977). El índice de mortalidad calculado fue de 0,31%, teniendo en cuenta el número de gatos que murieron como resultado de la anestesia durante el último año. A este trabajo le siguió otro estudio retrospectivo multicéntrico realizado en Vermont (EEUU) durante 1989 (Dodman y Lamb, 1992). Este segundo trabajo se realizó mediante el envío de encuestas a 88 clínicas veterinarias, de las cuales contestaron 39. Los índices obtenidos tras el estudio de estas encuestas fueron de 0,05% en perros y 0,03% en gatos, donde se registraron el número de perros y gatos muertos como consecuencia de la anestesia en los dos últimos años. Los índices calculados en este trabajo fueron significativamente inferiores a los obtenidos en estudios previos. Esto pudo deberse a que únicamente se tuvieron en cuenta casos de clínicas veterinarias con las que no se tenía un contacto rutinario y donde la definición de mortalidad anestésica no estaba del todo clara. Este hecho pudo llevar a infravalorar el número de muertes anestésicas. Por otro lado, no se reflejó el grado de riesgo anestésico de los pacientes. Es de suponer que el estado de salud de los animales incluidos en este trabajo era mejor que en aquellos estudios donde solo se tuvieron en cuenta centros de referencia, que suelen tratar pacientes con patologías más graves (Brodbelt, 2006).

En Finlandia, en 1993 se realizó un estudio retrospectivo similar al anterior (Rintasalo y Vainio, 1995). Se enviaron encuestas a todas las clínicas veterinarias del país, siendo 114 las que respondieron. Se evaluó la mortalidad anestésica durante 24 meses y se registró un índice de mortalidad global del 0,13% en pequeños animales.

El estudio retrospectivo más reciente se ha realizado en Sudáfrica durante 1999 (Joubert, 2000). En este estudio se enviaron encuestas a cerca de 600 clínicas veterinarias, de las cuales 161 fueron evaluadas, obteniéndose un índice de mortalidad de 0,08% en pequeños animales.

Todos estos estudios retrospectivos presentan deficiencias, ya que sólo cuentan con la información de las encuestas que envían las clínicas participantes. Según cada centro veterinario la interpretación de las muertes debidas a la anestesia varía mucho, con lo que la estimación de las muertes puede que no sea del todo fiable (Brodgelt, 2006).

3.1.3.3. Trabajos prospectivos multicéntricos de mortalidad anestésica

El primer estudio prospectivo y multicéntrico se realizó en Gran Bretaña entre 1984 y 1986 (Clarke y Hall, 1990). Colaboraron 53 centros veterinarios y se evaluaron 41.881 anestésias. Los índices de mortalidad calculados fueron 0,23% en perros y 0,29% en gatos. Diferenciando animales de bajo y alto riesgo anestésico, los pacientes ASA I y II presentaban índices de 0,12% en perros y 0,18% en gatos, mientras que los ASA III-V alcanzaban valores de 3,13% en los perros y 3,33% en gatos. Las muertes perioperatorias de los pacientes ASA I y II que ocurrieron poco después de la anestesia se consideraron íntegramente debidas a la anestesia, a no ser que algún problema quirúrgico se considerara como la causa fundamental. En cambio en los pacientes ASA III, IV y V todas las muertes se tuvieron en cuenta sin hacer distinción entre si la causa de la muerte era anestésica o de otro origen.

En Ontario (Canadá) se realizó un nuevo estudio prospectivo y multicéntrico (Dyson et al. 1998). Este trabajo se llevó a cabo durante 6 meses, en los cuales 76 centros veterinarios hicieron una descripción detallada de las anestésias llevadas a cabo en pequeños animales. Se anestésieron 8.807 perros y 8.702 gatos, obteniendo índices de mortalidad generales de 0,11% en perros y 0,09% en gatos. Al tener en cuenta únicamente a los individuos de bajo riesgo (ASA I y II), los índices se reducían hasta 0,07% en el caso de los perros y 0,05% en los gatos. En este estudio se consideró como muerte perianestésica a la ocurrida en el perioperatorio como consecuencia de una parada cardiorrespiratoria sin resucitación, aunque el tiempo estimado como perioperatorio no estaba especificado.

En España solo se ha realizado un único estudio multicéntrico de mortalidad anestésica hasta la fecha (Redondo et al. 2001). En este trabajo se evaluó el índice de mortalidad anestésica así como los factores de riesgo que se asociaban con ésta. Se evaluaron 1.716 anestésias de perros y 505 de gatos, mediante el envío de encuestas a diversas clínicas españolas. El índice de mortalidad canino alcanzó el 1,28%, mientras que el felino fue de 3,37%. En éste trabajo se consideró como mortalidad perianestésica a las que se producían desde la premedicación hasta las 72 horas del procedimiento, sin tener en cuenta las eutanasias realizadas durante la intervención (Redondo et al. 2001).

Por último, el trabajo más actual se ha realizado en Reino Unido. Se trata de un estudio epidemiológico prospectivo y multicéntrico que ha evaluado las anestесias de pequeños animales de 117 centros veterinarios de Reino Unido (Brodbelt, 2006). El objetivo de dicho trabajo fue evaluar los factores de riesgo asociados a la mortalidad anestésica para intentar evitarlos y con ello hacer más segura la anestesia veterinaria. Este trabajo consideró como muerte perianestésica a la que se produjo entre la premedicación y las 48 horas posteriores a la extubación, considerando tanto las anestесias como las sedaciones. Se evaluaron 98.036 anestесias de perros, 79.178 de gatos y 8.209 de conejos, obteniendo índices de mortalidad, respectivamente de 0,17%, 0,24% y 1,34%. También se valoró de forma independiente a cada una de estas especies según su riesgo anestésico, separando pacientes de bajo riesgo (ASA I y II) y de alto riesgo (ASA III, IV y V). Los índices de mortalidad calculados en el caso de los pacientes de bajo riesgo fueron de 0,05% en perros, 0,11% en gatos y 0,73% en conejos, mientras que en los pacientes de alto riesgo estos índices ascendían a 1,33% en perros, 1,40% en gatos y 7,37% en conejos. Al mismo tiempo Brodbelt ha comparado su trabajo con el realizado años antes en el mismo país por parte de Clarke y Hall (1990), detectando una mejoría en la seguridad anestésica al verse reducidas el número de muertes. Este hecho lo ha achacado al uso de agentes anestésicos más seguros y a una mejor monitorización de sus pacientes.

En resumen, el índice de mortalidad anestésica actual en pequeños animales en el resto del mundo oscila entre 0,1- 0,2%. Si consideramos a los perros y gatos sanos este índice se reduce a un rango de 0,07% hasta 0,05%, mientras que teniendo en cuenta a los individuos enfermos los índices alcanzan valores desde 0,5 a 2% (Clarke y Hall, 1990; Dodman y Lamb, 1992; Dyson et al. 1998; Joubert, 2000; Brodbelt, 2006). En centros de referencia la mortalidad anestésica de perros y gatos alcanza el 0,5%, aunque cuando se tiene en cuenta el riesgo anestésico del paciente estos índices se asemejan a los indicados en los estudios multicéntricos de clínicas veterinarias (Hosgood y Scholl, 1998; Gaynor et al. 1999; Hosgood y Scholl, 2002; Brodbelt et al. 2006). En España, por el contrario, la mortalidad anestésica es muy superior (Redondo et al. 2001). A pesar de que en pequeños animales la mortalidad se ha reducido en los últimos años, aún debemos mejorar considerablemente si la comparamos con otros países.

3.2. Causas de muerte perioperatoria

El estudio de la mortalidad nos permite evaluar el riesgo de muerte asociado a la anestesia. Al mismo tiempo, nos permite comparar entre la situación clínica de los distintos países e intentar mejorarla en la medida de lo posible. Si estudiamos las causas de las muertes que se producen durante la anestesia podemos identificar los mecanismos que las provocan. Así pues, una muerte perianestésica puede deberse a una combinación de factores predisponentes, como son la presencia de una enfermedad preexistente, junto con la anestesia en sí y complicaciones quirúrgicas. Entre las complicaciones patológicas que con más frecuencia se encuentran relacionadas con la mortalidad anestésica están las alteraciones cardiorrespiratorias, aunque también se han descrito problemas a nivel gastrointestinal, neurológico, hepático y renal. Del mismo modo, es importante indicar la relevancia del error humano en el desarrollo de la mortalidad perianestésica y evaluarlo, ya que de esta forma podremos corregir y reducir las complicaciones originadas por este factor (Brodbelt, 2006).

3.2.1. Cardiovasculares

Las causas cardiovasculares son las que provocan una mayor cantidad de muertes perioperatorias. Las más comunes el paro cardíaco y el colapso vascular que provoca una hipoperfusión de los órganos vitales. Estudios previos han documentado que estas patologías suponen un 30-70% de las muertes anestésicas (Lumb y Jones, 1984; Clarke y Hall, 1990; Gaynor et al 1994; Dyson et al. 1998; Hosgood y Scholl, 1998; Joubert, 2000). Estas alteraciones se deben a arritmias cardíacas producidas por una mayor liberación de catecolaminas, hipoxia miocárdica y procedimientos específicos que originan la aparición de un reflejo vagal, como la enucleación. Es también importante el papel de ciertos agentes anestésicos como son el halotano, el éter y el tiopental, sobre todo por sobredosificación (Clarke y Hall, 1990; Dodman y Lamb, 1992). Los pacientes con enfermedades preexistentes, animales con alto riesgo anestésico y que no han sido estabilizados previamente, son los que mayor probabilidad de muerte por fallo cardíaco presentan (Clarke y Hall, 1990). Por otra parte, se ha visto que los perros tienen una mayor probabilidad de muerte por esta razón que los gatos (Clarke y Hall, 1990).

En humana se ha documentado como causa común de muerte la parada cardíaca, relacionada con procesos de arritmias, depresión miocárdica e hipovolemia. Estas

alteraciones se han detectado en un rango del 15 al 50% de las muertes anestésicas (Harrison, 1968; Bodlander, 1975; Harrison, 1978; Hovi-Viander, 1980; Turnbull et al. 1980; Tired et al. 1986; Pitt-Miller, 1989; Forrest et al. 1990; Harrison, 1990; Pedersen et al. 1990; Wu et al. 1991; McKenzie, 1996; Warden y Horan, 1996; Fichtner y Dick, 1997; Biboulet et al. 2001; Kawashima et al. 2001).

En anestesia equina también se han descrito como causas mayoritarias de mortalidad anestésica la parada cardíaca y el colapso cardiovascular, detectándose entre el 20 al 50% de los casos de muerte anestésica descritos (Tevik, 1983; Young y Taylor, 1990; Young y Taylor, 1993; Johnston et al. 1995; Mee et al. 1998; Johnston et al. 2002).

3.2.2. Respiratorias

Las causas respiratorias que fundamentalmente provocan la muerte perianestésica son problemas con el mantenimiento de la vía aérea e inadecuada ventilación. En menor proporción también se han descrito problemas en cuanto a intubación incorrecta, traumatismos en las vías superiores y administración accidental de una mezcla hipóxica de gas inspirado (Brodbelt, 2006).

Del total de muertes perianestésicas, las provocadas por problemas respiratorios suponen un 30-40% en perros y un 40-50% en gatos (Lumb y Jones, 1984; Clarke y Hall, 1990; Dyson et al. 1998). En gatos estas muertes se asocian fundamentalmente a problemas con la intubación endotraqueal y a causas obstructivas (Clarke y Hall, 1990; Dyson et al. 1998; Brodbelt et al. 2007). En perros los problemas asociados a la intubación y el colapso respiratorio se han descrito en igual medida. En cambio, los problemas obstructivos se presentan fundamentalmente en razas braquiocefálicas (Clarke y Hall, 1990; Dodman y Lamb, 1992; Dyson et al. 1998).

En la literatura humana también se han descrito las complicaciones respiratorias como causa frecuente de muerte. Entre el 5 y el 30% de las complicaciones anestésicas se han asociado con un mal manejo de la vía aérea y problemas con la intubación endotraqueal (Bodlander, 1975; Buck et al. 1988; Caplan et al. 1990; Harrison, 1990; Gannon, 1991; Biboulet et al. 2001; Kawashima et al. 2001). Se han descrito desde un 15 a un 40% de muertes relacionadas con una inadecuada ventilación (Harrison, 1978; Hovi-Viander, 1980; Holland, 1987; Caplan et al. 1990; Harrison, 1990; McKenzie, 1996; Fichtner y Dick, 1997). En total, entre el 20 y el 50% de las muertes anestésicas en humanos están relacionadas con causas respiratorias (Harrison, 1968; Harrison, 1978;

Hovi-Viander, 1980; Turnbull et al. 1980; Tired et al. 1986; Holland, 1987; Heywood et al. 1989; Pitt-Miller, 1989; Caplan et al. 1990; Forrest et al. 1990; Harrison, 1990; Pedersen et al. 1990; Gannon, 1991; McKenzie, 1996; Warden y Horan, 1996; Fichtner y Dick, 1997; Kawashima et al. 2001).

Por último en el caso de los caballos, las muertes anestésicas producidas por compromiso respiratorio son escasas. Algunos trabajos han documentado los problemas respiratorios como causa de muerte anestésica en el 25% de los casos (Young y Taylor, 1990; Young y Taylor, 1993; Johnston et al. 1995; Mee et al. 1998; Johnston et al. 2002). En el caso del estudio multicéntrico realizado por Johnston et al., (1995 y 2002) solamente el 4% de las muertes debidas a la anestesia fueron a consecuencia de complicaciones respiratorias.

3.2.3. Otras causas

La mortalidad anestésica por causas que no sean cardiopulmonares no está prácticamente descrita en pequeños animales. Dentro de estas causas podríamos citar la hipotermia, la insuficiencia renal postoperatoria, la trombosis iliaca en gatos, la aspiración de contenido gastroduodenal, el desarrollo de reacciones anafilácticas, la imposibilidad de recuperar la conciencia y otras causas desconocidas (Clarke y Hall, 1990; Dodman y Lamb, 1992; Dyson et al. 1998; Joubert, 2000; Suesta, 2006). El desarrollo de muerte anestésica por causas desconocidas, lo cual representa el 5-20% de los casos, normalmente se asocia a periodos en los que el animal no está siendo suficientemente vigilado, y en la mayoría de las ocasiones ocurren durante el postoperatorio y recuperación del animal (Brodbelt, 2006).

3.2.4. Errores humanos

Las causas iatrogénicas por errores en el manejo de los fármacos, el mal funcionamiento de los equipos o la mala realización de la técnica son muy frecuentes y pueden tener consecuencias graves e incluso la muerte del paciente. Están resumidas a continuación (Egger, 2007; Redondo et al, 2008):

Problemas con los fármacos: sobredosis de hipnóticos (absoluta o relativa), error en el peso del paciente, errores en los cálculos matemáticos de las dosis que debemos administrar, cambios en la concentración de los fármacos, dosis incorrecta para la vía,

vía incorrecta, extravasación, confusión entre fármacos, contaminación y septicemia iatrogénica, velocidad de infusión inadecuada, etc.

Problemas en la intubación: intubación esofágica o endobronquial y tubo endotraqueal obstruido o acodado, extubación prematura.

Problemas en la máquina anestésica: Falta de oxígeno: botella cerrada o agotada, agotamiento de la cal sodada, humedad en las válvulas, elección inadecuada del circuito, desconexión del circuito.

Error en la administración de fluidos: sobredosis, equívocos, desconexión de la línea.

En medicina humana se han realizado diversos estudios donde se determina que un 75% de las muertes son debidas a la inexperiencia y falta de conocimientos por parte del anestesta (Buck et al. 1988). Estudios más actuales indican que dos tercios de las muertes perianestésicas se deben a un incorrecto procedimiento anestésico (Utting, 1987; Caplan et al. 1990; Gannon, 1991). La mayoría de los errores están relacionados con la intubación endotraqueal y ventilación de los pacientes (Tiret et al. 1986; Holland, 1987; Buck et al. 1988; Caplan et al. 1990; Harrison, 1990; Gannon, 1991; Biboulet et al. 2001; Kawashima et al. 2001).

En la literatura veterinaria se ha evaluado poco este factor. Clarke y Hall (1990) observaron que el 75% de muertes de animales ASA I y II se debía a un inadecuado control anestésico, fundamentalmente se asoció con alteraciones en el mantenimiento de la vía aérea. Brodbelt (2006) también estudió este factor. Observó que la monitorización del paciente generalmente era realizada por auxiliares de veterinaria, no por titulados superiores, hecho ya descrito (Nicholson y Watson, 2001). Este hecho supone una mejoría con respecto al estudio realizado por Clarke y Hall (1990), donde el 20% de las clínicas encuestadas no empleaban a una persona independiente para el control de la anestesia. Por otra parte, las clínicas que recopilaban los datos anestésicos obtenidos durante las intervenciones fueron muy escasas, tal y como ya se había indicado en un estudio previo (Joubert, 2000). Aun así, la recopilación de estos datos no se ha relacionado con un descenso en el índice de mortalidad de los centros en los que se llevó a cabo (Brodbelt, 2006).

3.3. Factores predisponentes a la muerte perianestésica

Poder identificar los factores que se relacionan con una mayor mortalidad anestésica nos puede ayudar a reducir el número de complicaciones y de esta forma mejorar la anestesia.

3.3.1. Factores predisponentes en humanos

Los primeros trabajos realizados en medicina humana establecían hipótesis sobre los factores predisponentes a la muerte anestésica, pero no investigaron los factores de riesgo en sí (Phillips et al. 1960; Hovi-Viander, 1980; Holland, 1987; Tinker et al. 1989; Caplan et al. 1990; Gannon, 1991; Tikkanen y Hovi-Viander, 1995; McKenzie, 1996; Eagle y Davis, 1997; Suan et al. 1997; Beydon et al. 2001). Los siguientes trabajos realizados intentaron estudiar los factores de riesgo anestésico, pero muchos de ellos los describieron sin compararlos con parámetros de referencia, lo que supone una evaluación muy poco específica (Beecher y Todd, 1954; Farrow et al. 1982; Lunn y Mushin, 1982; Buck et al. 1988; Heywood et al. 1989; Campling, 1990; Campling et al. 1992; Warden et al. 1994; Warden y Horan, 1996; Biboulet et al. 2001; Iwao et al. 2001; Morita et al. 2001; Irita et al. 2002). Recientemente se han publicado diversos estudios que han sido capaces de cuantificar los riesgos asociados con determinados factores específicos. Esto ha sido posible mediante la determinación de la relación de probabilidades y de otros análisis estadísticos más detallados (Fowkes et al. 1982; Farrow et al. 1984; Pottecher et al. 1984; Tiret et al. 1984; Tiret et al. 1986; Pedersen et al. 1990; Pedersen, 1994; Howell et al. 1998; Howell et al. 1999; Newland et al. 2002). Se han publicado algunos estudios intervencionales, aunque la mayoría se ven limitados por la pequeña muestra que describen. Solamente un estudio ha sido capaz de evaluar una gran cantidad de población realizando un estudio estadístico muy detallado (Forrest et al. 1992).

De todos estos trabajos podemos extraer las siguientes conclusiones. Los factores de riesgo asociados a un mayor índice de mortalidad anestésica en personas son: la existencia de una enfermedad preexistente, el mal estado de salud, las personas de edad avanzada, los procedimientos quirúrgicos largos o urgentes, las intervenciones torácicas o abdominales, la inexperiencia por parte del cirujano o anestesista, así como la incorrecta o insuficiente monitorización del paciente (Farrow et al. 1982; Fowkes et al. 1982; Lunn y Mushin, 1982; Pottecher et al. 1984; Tiret et al. 1986; Buck et al. 1988;

Heywood et al. 1989; Campling, 1990; Forrest et al. 1990; Pedersen et al. 1990; Campling et al. 1992; Forrest et al. 1992; Pedersen et al. 1994; Warden et al. 1994; Warden y Horan, 1996; Howell et al. 1998; Howell et al. 1999; Biboulet et al. 2001; Iwao et al. 2001; Morita et al. 2001; Seo et al. 2001; Irita et al. 2002; Newland et al. 2002; Donati et al. 2004).

3.3.2. Factores predisponentes en caballos

En anestesia equina se han publicado una gran cantidad de casos clínicos en los que se describen muchas complicaciones que han sido el origen de la muerte del animal o han provocado su eutanasia (Blakemore et al. 1984; Brearley et al. 1986; Klein et al. 1989; Dixon et al. 1993; Peek, 1993; Lam et al. 1995; McKay et al. 2002). Sin embargo, estos trabajos no evalúan específicamente los factores de riesgo sino que plantean hipótesis sobre las variables que contribuyen a la mortalidad anestésica. Estos trabajos deberían ser evaluados mediante estudios estadísticos más detallados (Schlesselman, 1982; Thrusfield, 1986; Hennekens y Buring, 1987).

Varios trabajos retrospectivos de un único centro de referencia han identificado los factores de riesgo asociados con complicaciones perioperatorias en caballos (Lumb y Jones, 1973; Lumb y Jones, 1984; Tevik, 1983; Trim et al. 1989; Young y Taylor, 1990; Young y Taylor, 1993; Mee et al. 1998). Los trabajos multicéntricos y prospectivos realizados en anestesia equina han evaluado los factores de riesgo anestésico de forma más minuciosa, calculando disparidades y utilizando regresiones logísticas para relacionar todos estos factores (Johnston et al. 1995; Johnston et al. 2002).

En los trabajos de anestesia equina citados anteriormente, los factores que se consideran como predisponentes a la muerte anestésica son parecidos a los descritos en medicina humana. Estos factores de riesgo son los procedimientos de urgencia, las cirugías abdominales y traumatológicas, las intervenciones largas, los animales con un estado de salud deficiente, así como los pacientes jóvenes y geriátricos. En cuanto a los factores íntegramente relacionados con la anestesia, se ha visto que la falta de sedación y la administración de xilacina se relacionan con un mayor índice de mortalidad. En cambio, el uso de acepromacina en la premedicación, la anestesia parenteral, el uso de isoflurano en pacientes de 2 a 5 años de edad, así como la monitorización de la presión arterial disminuyen el riesgo de muerte (Lumb y Jones, 1973; Schlesselman, 1982; Tevik, 1983; Blakemore et al. 1984; Lumb y Jones, 1984; Brearley et al. 1986;

Thrusfield, 1986; Hennekens y Buring, 1987; Trim et al. 1989; Klein et al.1989; Young y Taylor, 1990; Dixon et al. 1993; Peek, 1993; Young y Taylor, 1993; Johnston et al. 1995; Lam et al. 1995; Mee et al. 1998; Johnston et al. 2002; McKay et al. 2002).

3.3.3. Factores predisponentes en pequeños animales

El objetivo de este apartado es identificar y estudiar en profundidad las causas de la mortalidad perianestésica en pequeños animales, ya que nos puede ayudar a establecer los mecanismos por los cuales los factores de riesgo contribuyen a la muerte anestésica.

3.3.3.1. Factores de riesgo relacionados con el paciente

La **presencia de enfermedades preexistentes** ha sido constantemente citada como principal factor de riesgo de muerte anestésica en distintas publicaciones (Clarke y Hall, 1900; Dyson et al. 1998; Hosgood y Scholl, 1998; Hosgood y Scholl, 2002; Redondo et al. 2001; Brodbelt et al. 2006; Brodbelt, 2006).

El primer estudio prospectivo multicéntrico a gran escala fue realizado por Clarke y Hall (1990) en el Reino Unido. Este trabajo fue el primero que clasificó los resultados obtenidos según el estado de salud de los pacientes. En este artículo se determinó que los individuos de alto riesgo anestésico (ASA III, IV y V) debido a la presencia de enfermedades preexistentes tenían una mayor probabilidad de morir que los de bajo riesgo (ASA I-II), aunque no realizaron estudios estadísticos comparativos con los resultados obtenidos.

El trabajo realizado en Ontario (Canadá) por Dyson et al., (1998) estudió las complicaciones anestésicas, calculando las oportunidades relativas para detectar los índices de mortalidad y morbilidad de anestésicos en pequeños animales. Se realizó un estudio estadístico multifactorial de regresión, con el fin de intentar crear un modelo de fallo cardíaco perioperatorio. Determinaron que en el perro, había un aumento en las oportunidades relativas cuando se anestesiaba a pacientes de alto riesgo (ASA III-V).

En una encuesta prospectiva realizada en Luisiana (EEUU), se observó que las mayores disparidades las presentaban los perros geriátricos y pacientes de alto riesgo

anestésico (ASA III-V) (Hosgood y Scholl, 1998; Hosgood y Scholl, 2002). En este trabajo se analizaron estadísticamente los resultados mediante el cálculo de las oportunidades relativas, aunque en una muestra muy pequeña.

En España, en 2001 se realizó un estudio prospectivo y multicéntrico por Redondo y colaboradores. En dicho estudio, mediante las encuestas realizadas a 16 centros veterinarios y el análisis univariante de los datos obtenidos, se concluyó que el factor que más influía en la mortalidad, junto con el motivo de la intervención, era el riesgo anestésico (Redondo et al. 2001).

En el estudio realizado en el Royal Veterinary Collage de Londres se confirmó la importancia de la valoración del riesgo anestésico, ya que los pacientes que sufrían una mayor probabilidad de muerte eran los que tenían un ASA III, IV y V (Brodbelt et al. 2006). El mismo autor realizó un estudio epidemiológico prospectivo y multicéntrico que evaluó las anestésias de pequeños animales de 117 centros veterinarios de Reino Unido (Brodbelt, 2006). El objetivo de dicho trabajo fue evaluar los factores de riesgo asociados a la mortalidad anestésica para intentar evitarlos y con ello hacer más segura la anestesia veterinaria. Entre los factores que se asociaron con un aumento de la oportunidad relativa en perros y gatos, se encuentra la anestesia de pacientes enfermos (ASA III-V).

Por último, el estudio realizado en el Hospital Clínico Veterinario de la Universidad CEU Cardenal Herrera de Valencia (España), en el que se evaluaron las anestésias de perros y gatos realizadas en dicho centro durante 8 años, se determinó que el riesgo anestésico de los pacientes era el factor que más influía en la muerte perianestésica (Gil et al. 2008; Redondo et al. 2008).

Así pues, es lógico pensar que una alteración de los principales sistemas orgánicos del paciente le hará menos tolerante a la depresión inducida por la anestesia. La existencia de una enfermedad cardiopulmonar previa a la anestesia es especialmente importante en el perioperatorio, ya que muchas muertes asociadas a la anestesia están relacionadas con un compromiso cardiovascular o respiratorio, y la mayoría de las anestésias deprimen uno o ambos sistemas (Hall y Clarke, 1991; Hall y Taylor, 1994). Esta patología hace más probable la sobredosificación de los fármacos anestésicos, por eso se deberían reducir las dosis de los fármacos administrados en este tipo de pacientes (Brodbelt, 2006).

Las alteraciones hematológicas y bioquímicas son también relevantes. La anemia tiene especial importancia, ya que esta patología reduce la capacidad de transporte de oxígeno, lo que predispone a situaciones de hipoxia tisular. Por otra parte, la hipoproteïnemia provoca una mayor afinidad de los fármacos hacia las proteínas provocando una sobredosificación relativa (Hall y Clarke, 1991).

Las patologías renales también tienen una gran importancia, sobretodo en situaciones de deshidratación y uremia. En estos casos, los riñones tienen una tolerancia menor a la anestesia con lo que el paciente es más sensible a los fármacos anestésicos administrados. Después de una anestesia donde se produzca una situación de hipotensión, una insuficiencia renal crónica puede convertirse en una patología aguda (Hall, y Clarke 1991).

En las enfermedades neurológicas el paciente es más sensible a los anestésicos, pudiendo llegar a afectarse la función cardiopulmonar. Esto ocurre en el caso de las lesiones medulares, en las que puede producirse una depresión respiratoria y cardiovascular. También se han observado casos de desarrollo de convulsiones durante el postoperatorio (Johnson, 1999).

Las alteraciones hepáticas y las patologías endocrinas también pueden interferir en la respuesta del organismo frente a la anestesia. Es el caso de la diabetes mellitus, por ejemplo, que puede predisponer al desarrollo de una hipoglucemia durante la anestesia poniendo en peligro la vida del animal (Johnson, 1999).

Las **razas** de perros y gatos braquiocefálicos pertenecen a un grupo de alto riesgo anestésico (Albrecht y Blakely, 1951; Lumb y Jones, 1973; Clarke y Hall, 1990; Dodman y Lamb, 1992; Dyson et al. 1998; Redondo et al. 2001). Cuando estos animales son sedados o anestesiados, debido a las características propias de la raza tales como los ollares estenóticos, tráqueas estrechas y elongación del paladar blando, se puede llegar a producir una obstrucción de la vía aérea (Hall y Clarke, 1991; Thurmon et al. 1996). Otras razas predispuestas a una mayor mortalidad anestésica en el caso de los perros son el Fox Terrier y el Pequinés, en los que se han descrito varios casos de obstrucción del tubo endotraqueal (Albrecht y Blakely, 1951; Lumb y Jones, 1973; Clarke y Hall, 1990). Por otra parte, razas como el Bóxer son especialmente sensibles a los efectos vasodilatadores de las fenotiacinas (Hall y Clarke, 1991). En el trabajo de Redondo et al. (2001) se describieron como razas con un alto índice de mortalidad: el Pastor Alemán,

Mastín Español, Caniche, Braco Alemán y Bóxer. En cambio, razas bien representadas como eran los Cocker, Pequinés y Yorkshire Terrier no tuvieron ninguna muerte.

El **peso** del paciente se ha asociado con la mortalidad. Brodbelt (2006) describió que los perros de menos de 5 Kg. tenían 7 veces más probabilidades de morir que aquellos que pesaban entre 5 y 15 Kg., considerado su grupo de referencia. Este incremento de la mortalidad también lo observó en los pacientes felinos, concluyendo que los gatos de menos de 2 Kg. tenían 16 veces más probabilidades de morir que aquellos que pesaban más de 6 Kg. Puede que este factor esté relacionado a su vez con la edad del paciente, ya que los más jóvenes suelen tener un menor tamaño que los adultos, aunque esta asociación no se evaluó. Este factor de riesgo anestésico se puede asociar con que los pacientes de talla pequeña son más sensibles a la hipotermia por su mayor relación de superficie corporal y peso (Waterman, 1981; Dhupa, 1995; Murison, 2001; Suesta, 2006).

De la misma forma, los pacientes de menor talla son más susceptibles a la sobredosificación, ya que pequeños fallos en la estimación del peso del paciente o de la dosis a administrar puede tener mayores efectos que en animales de tallas mayores (Brodbelt, 2006). Debemos considerar también que en pacientes de pequeña talla es más complicado realizar terapias de estabilización perioperatoria como es la administración de fluidoterapia, al ser más complicada la introducción de catéteres intravenosos (Brodbelt, 2006).

Por último, en el mismo estudio de Brodbelt (2006) se evaluó la obesidad como factor de riesgo en los pacientes felinos. La obesidad puede predisponer a complicaciones perioperatorias, ya que puede producir un compromiso respiratorio. Los gatos obesos son animales con menor capacidad de respuesta a nivel cardiopulmonar y el acumulo de los agentes anestésicos a nivel de la grasa corporal puede predisponer a una mayor depresión respiratoria (Hall et al. 2001).

La **edad** también ha sido identificada en algunos estudios como factor de riesgo anestésico en el perro (Lumb y Jones, 1973; Lumb y Jones, 1984; Pollari, 1996; Hosgood y Scholl, 1998; Hosgood y Scholl, 2002). Otros trabajos en pequeños animales no han encontrado esta asociación (Clarke y Hall, 1900; Dodman y Lamb, 1992; Dyson et al. 1998; Redondo et al. 2001; Brodbelt et al. 2006), aunque es probable que ello se deba al limitado poder estadístico dado al pequeño tamaño de la muestra. Solo un par

de trabajos relacionaron este factor con un aumento en la mortalidad anestésica felina (Redondo et al. 2001; Brodbelt, 2006).

El trabajo realizado en el Wheatridge Animal Hospital (EEUU) indicó un aumento de mortalidad en perros jóvenes y geriátricos, aunque no se cuantificó el índice de mortalidad anestésica (Lumb y Jones, 1973). Lo mismo ocurrió en un trabajo posterior, que detectó un aumento de la mortalidad en los pacientes geriátricos aunque no cuantificaron el riesgo anestésico de este factor (Lumb y Jones, 1984).

En el Ontario Veterinary Collage (Canadá) se realizó un estudio retrospectivo evaluando las cirugías electivas realizadas en dicho centro. Se detectó una menor mortalidad en pacientes menores de un año, concluyendo que la realización de castraciones en perros a edades tempranas entrañaba menos riesgos (Pollari et al. 1996).

En el estudio prospectivo realizado por Redondo et al. (2001) en España, se observó que la mortalidad y el riesgo relativo aumentaban de forma paralela con la edad de los pacientes felinos.

En la encuesta prospectiva realizada en Luisiana se observó que las mayores oportunidades relativas las presentaban los perros geriátricos. En cambio, en los gatos no hubo ninguna asociación con la edad. Hay que recalcar el bajo poder estadístico de este trabajo en la especie felina (7 casos de 138 gatos) y el hecho de que los procedimientos eran más cortos en los gatos que en los perros (Hosgood y Scholl, 1998; Hosgood y Scholl, 2002).

En el caso de Reino Unido, Brodbelt (2006) describía aumentos de mortalidad en los perros mayores de 5 años y en los menores de 0,5 años comparados con los de edades comprendidas entre 0,5 y 5 años. En el caso de los gatos se observó un aumento del riesgo relativo solo en los pacientes geriátricos: los gatos mayores de 12 años tenían 2,1 veces más probabilidades de morir en la anestesia que los gatos jóvenes. A pesar de que este dato se podría relacionar con el ASA del paciente, Brodbelt demostró que este factor era aun más evidente en los gatos geriátricos de bajo de riesgo anestésico que en los de alto riesgo (Brodbelt, 2006).

Es de esperar encontrar elevados índices de mortalidad en pacientes de edades extremas. Los animales jóvenes tienen una superficie corporal muy grande en comparación con su volumen, esto sumado a que son individuos fisiológicamente

inmaduros, les hace más predispuestos a sufrir hipotermia durante la anestesia y recuperaciones prolongadas. En el caso de los pacientes geriátricos, como consecuencia de su reducida función metabólica y cardiorrespiratoria son más susceptibles a los efectos depresores de la anestesia y a la hipotermia, debido a la alteración de sus sistemas termorreguladores, lo que predispone a recuperaciones anestésicas prolongadas (Waterman, 1981; Dhupa, 1995; Meyer, 1999; Hall et al. 2001).

Por último, Redondo et al. (2001) estudiaron el factor **sexo**. Indicaron que en los perros las hembras presentaban el doble de riesgo relativo que los machos. En cambio, en los pacientes felinos fueron los machos los que presentaron una mayor mortalidad, lo cual se relacionó con el gran riesgo anestésico que presentaban ciertas intervenciones realizadas fundamentalmente en los machos de esta especie, como es la desobstrucción uretral en pacientes con FUS (Síndrome Urológico Felino). En ambas especies estas relaciones no fueron estadísticamente significativas.

3.3.3.2. Factores de riesgo relacionados con los procedimientos anestésicos

Los **procedimientos de urgencia** se han relacionado con elevados índices de mortalidad anestésica tanto en la literatura de anestesia humana como en la equina (Lunn y Mushin, 1982; Pottecher et al. 1984; Tiret et al. 1986; Buck et al. 1988; Johnston et al. 1995; Biboulet et al. 2001; Johnston et al. 2002). En cambio, en estudios de pequeños animales tan solo se ha documentado en el último trabajo realizado por Brodbelt (2006), en el que describía aumentos del riesgo relativo de 2,5 puntos conforme una intervención pasaba de ser urgente, a emergencia quirúrgica.

El alto riesgo de estos procedimientos se debe a una combinación de la naturaleza de la intervención (que suele ser compleja), el estado de salud del paciente (que se suele asociar a altos grados de ASA), la urgencia del proceso, en el que se suele contar con menos personal y frecuentemente cansado, así como la imposibilidad de estabilizar al paciente antes de la anestesia (Brodbelt, 2006).

La **duración** del procedimiento anestésico es también un factor de riesgo, como se ha documentado en numerosos trabajos (Pottecher et al. 1984; Tiret et al. 1986; Trim et al. 1988; Young y Taylor, 1990; Young y Taylor, 1993; Johnston et al. 1995; Biboulet et al. 2001; Johnston et al. 2002; Newland et al. 2002). Brodbelt (2006) describía un

aumento de la oportunidad relativa de 1,06 veces por cada 10 minutos que se prolongaba la intervención.

Los procedimientos más largos suelen relacionarse con intervenciones más complejas, sumándose a ello los efectos propios de la anestesia que se agravan con el tiempo. Las anestésicas prolongadas predisponen a la hipotermia, lo cual puede inducir a depresión cardiorrespiratoria y reducción en el metabolismo de los fármacos empleados (Waterman, 1981; Dhupa, 1995; Suesta, 2006).

El **tipo de intervención** se ha evaluado como factor de riesgo anestésico en diversos estudios de pequeños animales (Albrecht y Blakely, 1951; Lumb y Jones, 1973; Moon et al. 1998; Redondo et al. 2001; Brodbelt, 2006), en la anestesia equina (Johnston et al. 2002; Johnston et al. 2004), y en humana (Farrow et al. 1982; Fowkes et al. 1982; Pottecher et al. 1984; Turet et al. 1986; Newland et al. 2002; Donati et al. 2004).

Albrecht y Blakely (1951) calculaban un mayor índice de mortalidad en las cirugías traumatológicas y castraciones.

En un estudio realizado en Reino Unido en 1966, se evaluó el índice de mortalidad de hembras de distintas especies sometidas a cesárea y de sus cachorros. En las hembras la mortalidad calculada fue del 13%, mientras que la de los cachorros era del 15% (Mitchell, 1966). Posteriormente Moon et al., (1998) realizaron un estudio similar en Estados Unidos y Canadá detectando una mortalidad del 1% en las madres y un 14% en los cachorros, lo cual relacionaron con una evolución en los procedimientos anestésicos y un mejor manejo médico de las pacientes.

Lumb y Jones (1973), en el estudio realizado en la Universidad de Colorado (EEUU) detectaron un alto índice de mortalidad en aquellas perras a las que se les iba a realizar una ovariectomía. Por otra parte, observaron una mayor mortalidad entre un grupo de Cocker castradas frente a otro grupo de Cocker enteras.

En España, Redondo et al. (2001) calcularon aumentos de mortalidad elevados en las intervenciones torácicas y abdominales si las comparaban con las cirugías menores.

En el trabajo realizado por Brodbelt (2006) se observó que los procedimientos mayores tenían 5,2 veces más probabilidades de muerte que los menores. Pero este parámetro

fue difícil de evaluar, ya que no se tuvieron en cuenta todas aquellas muertes que ocurrieron en la premedicación.

El aumento de riesgo anestésico asociado a los procedimientos mayores se puede relacionar con el mayor estrés al que está sometido fisiológicamente el paciente durante los procedimientos más complejos e invasivos. Se ha de tener en cuenta que en los procedimientos complicados se produce una mayor pérdida de fluidos y sangre, así como una mayor exposición de las cavidades corporales lo que supone una gran hipotermia para el paciente (Brodbelt, 2006).

En cuanto al **mantenimiento ventilatorio**, se ha documentado un aumento del riesgo anestésico en pacientes de alto grado ASA que son mantenidos con ventilación controlada (Brodbelt, 2006). Esto se puede relacionar con el hecho de que la ventilación controlada se suele usar en procedimientos más complicados y en pacientes de alto riesgo, pero el estudio estadístico reveló que esta asociación también se observaba en intervenciones menores mantenidas con ventilación controlada.

Podría ser que la ventilación controlada suponga un factor de riesgo *per se* al producir una mayor depresión cardiovascular que la ventilación espontánea. La ventilación controlada provoca un aumento de presión intratorácica durante la inspiración disminuyendo el retorno venoso y provocando un descenso en el nivel de dióxido de carbono arterial, reduciendo así la estimulación simpático-adrenal del corazón. Por otra parte, se produce una mayor inhalación del agente anestésico lo que provoca una depresión cardiovascular dosis dependiente, debido a la mayor eficiencia del transporte del agente (Horwitz et al. 1968; Cullen y Eger, 1974; Steffey et al. 1974; Steffey et al. 1975; Thurmon et al. 1996; Hall et al. 2001).

Por último, Brodbelt (2006) ha observado un mayor índice de mortalidad en gatos en los que se ha administrado **fluidoterapia** durante la intervención. Este factor puede estar influenciado por el riesgo anestésico de los pacientes en los que se emplearon fluidos, así como por la duración del procedimiento. Sin embargo, puede que este incremento en el riesgo relativo esté relacionado con la sobrecarga de fluidos, lo que provocaría un aumento en la precarga cardíaca y como consecuencia un edema de pulmón en el paciente.

Los gatos son pacientes pequeños, lo que les predispone a sufrir sobrecarga cardíaca por fluidos. Esta circunstancia, sumada a que pocos centros hacen un control de la

presión venosa central durante la intervención, o no poseen bombas de fluidoterapia con las que controlar la cantidad de fluidos que penetran en el animal, les hace ser más susceptibles a una posible sobrehidratación (Brodbelt, 2006).

3.3.3.3. Factores de riesgo relacionados con los fármacos anestésicos

La **xilacina** es un sedante alfa₂ agonista que ha sido asociado a una elevada mortalidad en varios estudios (Gillick, 1981; Clarke y Hall, 1990; Johnston et al. 1995; Dyson et al. 1998). Gillick (1981) en Canadá, comentaba el alto número de quejas presentadas por los propietarios de aquellos animales anestesiados con una combinación de xilacina y ketamina. Clarke y Hall (1990) concluyeron que la mayoría de las complicaciones relacionadas con la xilacina se debían a una falta de familiaridad con el fármaco y al uso de dosis elevadas. Dyson et al. (1998) estudiando las complicaciones anestésicas también observaron incrementos en las oportunidades relativas en los perros cuando se utilizaba xilacina en el protocolo anestésico.

Los efectos fisiológicos de los alfa₂ agonistas están bien estudiados, y consisten en una hipertensión transitoria seguida de hipotensión, bradicardia, aumento de la resistencia vascular sistémica y disminución del gasto cardiaco (Muir, 1977; Greene y Thurmon, 1988; Savola, 1989; Wagner et al. 1991; Cullen, 1996; Ko et al. 1996; Golden et al. 1998; Pypendop y Verstegen, 1998; Redondo et al. 1999; Pypendop y Verstegen, 1999). Debido a los efectos cardiovasculares observados al utilizar alfa₂ agonistas, los efectos de los fármacos anestésicos utilizados con posterioridad se verán retrasados. Si al utilizar alfa₂ agonistas no administramos el fármaco inductor lentamente y a dosis bajas, podemos encontrarnos con un problema de sobredosificación. Por otra parte, se ha detectado que la xilacina sensibiliza al corazón frente a las arritmias inducidas por la liberación de catecolaminas durante la anestesia con halotano (Muir et al. 1975; Tranquilli et al. 1986), o por lo menos, no aumenta el umbral para el desarrollo de estas arritmias (Lemke et al. 1993; Dyson y Pettifer, 1997). En animales estresados donde hay una elevación de catecolaminas circulantes en sangre, la utilización de xilacina y potencialmente el halotano puede resultar en arritmias ventriculares y fallo cardiaco. Uno de los casos descritos por Clarke y Hall (1990) hablaba de un perro que tuvo que ser inmovilizado a la fuerza previamente a la anestesia, en el cual las arritmias inducidas por la liberación de catecolaminas fue la supuesta causa de la muerte.

El riesgo de muerte anestésica asociado a la utilización de **medetomidina**, alfa₂ agonista más específico, no está aún muy estudiado. Este fármaco se ha generalizado

en la clínica después de la publicación de los principales trabajos de mortalidad anestésica en pequeños animales (Clarke y Hall, 1900; Dodman y Lamb, 1992; Dyson et al. 1998). El último trabajo realizado en Reino Unido y presentado por Brodbelt (2006), indica que la medetomidina junto con la acepromacina son los fármacos empleados como preanestésicos que menor riesgo relativo presentan.

En la actualidad su uso se ha extendido ampliamente debido a la profunda sedación dosis dependiente que provoca y al hecho de que disponga de un antagonista específico, el atipamezol (Cullen, 1996). En Estados Unidos también se han realizado estudios que documentan la mayor utilización de este fármaco, empleándose en 171 de 333 clínicas evaluadas (Wagner y Hellyer, 2000). La medetomidina tiene una acción muy similar a la xilacina (Cullen, 1996; Pypendop y Verstegen, 1998; Pypendop y Verstegen, 1999). Aun así, no se ha descrito a la medetomidina como un fármaco que sensibilice al corazón frente a las arritmias inducidas por la liberación de catecolaminas (Pettifer et al. 1996), lo cual reduce el riesgo asociado a su uso. Como conclusión, ya que en la actualidad la medetomidina es un fármaco ampliamente utilizado como sedante y en la premedicación (Wagner y Hellyer, 2000; Nicholson y Watson, 2001), sería muy interesante estudiar su seguridad anestésica.

La **acepromacina** es otro fármaco muy empleado en premedicación (Clarke y Hall, 1990; Wagner y Hellyer, 2000; Nicholson y Watson, 2001). Se ha relacionado con una disminución en la probabilidad de muerte (Clarke y Hall, 1900; Johnston et al. 1995; Dyson et al. 1998; Johnston et al. 2002; Brodbelt et al. 2006), aunque en pacientes geriátricos, débiles y deshidratados puede producir una fuerte hipotensión ocasionar serios problemas (Dyson et al. 1998).

En los primeros trabajos publicados en forma de caso clínico, donde se describían reacciones adversas ocurridas durante la anestesia, se comentaba el alto índice de complicaciones asociadas a dosis altas de acepromacina junto con el uso de concentraciones elevadas de tiopental (5%) (Langley, 1976).

La acepromacina produce vasodilatación e hipotensión con una mínima depresión directa a nivel cardiopulmonar (Hall y Clarke, 1991; Stepien et al. 1995), y aumenta el umbral para el desarrollo de las arritmias inducidas por la liberación de catecolaminas (Muir et al. 1975; Dyson y Pettifer, 1997). Por otra parte, al reducir las dosis requeridas de agente anestésico, reduce la depresión cardiopulmonar del paciente (Heard et al. 1986; Webb y O'Brien, 1988; Hall y Clarke, 1991).

El uso de **opiáceos** durante la premedicación se ha descrito como un proceso rutinario en el último trabajo realizado en Reino Unido (Brodbelt, 2006). Esto contrasta con trabajos previos realizados en el mismo país, donde muchos veterinarios no empleaban analgesia preoperatoria, sobretodo en el caso de los gatos (Capner et al. 1999; Lascelles et al. 1999).

El empleo de analgesia preoperatoria evita el desarrollo de los mecanismos secundarios del dolor como son la taquicardia, hiperventilación e hipertensión que pueden predisponer a complicaciones intraquirúrgicas y al desarrollo de una muerte perioperatoria (Thurmon et al. 1996).

En relación con los **agentes inductores**, en el trabajo de Brodbelt (2006) se ha observado una evolución en relación con el trabajo realizado previamente en Reino Unido (Clarke y Hall, 1990). Después de este último estudio el propofol fue introducido en Reino Unido, convirtiéndose en uno de los fármacos más usados. Su rápida recuperación y el hecho de no producir irritación perivascular (Hall et al. 2001), asociado a su equiparación en costes con el tiopental, han ayudado a aumentar su popularidad. Aun así hay una falsa percepción clínica de que el propofol es un fármaco más seguro que el tiopental, provocando una menor depresión cardiorrespiratoria (Wagner et al. 2003), mientras que estudios experimentales evidencian que ambos fármacos tienen efectos similares (Redondo et al. 1999; Quandt et al. 1998). En el estudio de Redondo (2007) donde se evaluaba la nueva formulación del Propofol Lipuro® murieron 3 perros de 541, lo que supuso un índice de mortalidad del 0,55%, inferior al registrado en España (Redondo et al. 2001). A pesar de que el estudio de Brodbelt (2006) describe la mayor utilización del propofol, estudios internacionales recientes lo discuten, indicando un mayor empleo de otros agentes inductores del tiopental en perros y la alfaxolona/alfadolona y ketamina con alfa₂ agonistas en gatos (Dodman y Lamb, 1992; Dyson et al. 1998; Joubert, 2000; Wagner y Hellyer, 2000; Nicholson y Watson, 2001).

El riesgo anestésico relacionado con la utilización de los **agentes anestésicos inhalatorios** no ha sido completamente evaluado en la literatura de pequeños animales.

Se ha descrito un descenso de la inducción con mascarilla y agentes inhalatorios en los últimos estudios realizados (Joubert, 2000; Nicholson y Watson, 2001; Brodbelt, 2006), si los comparamos con trabajos previos (Clarke y Hall, 1990; Dodman y Lamb, 1992; Dyson et al. 1998).

Lumb y Jones (1973) describieron que en perros la anestesia con éter, en contraposición con la anestesia parenteral y el halotano, tenía un alto índice de mortalidad.

En el estudio de Redondo et al. (2001) se calculó un mayor índice de mortalidad anestésica en los felinos mantenidos con anestesia inhalatoria. Relacionaron este factor con el mayor uso de estos agentes en pacientes con un estado de salud comprometido, al considerarla una anestesia más segura.

El isofluorano se ha relacionado con un alto riesgo anestésico (Dyson et al. 1998; Brodbelt et al. 2006), pero puede que estos datos reflejen más el uso de este agente en pacientes de alto riesgo que su propia seguridad anestésica. Aun así, el isofluorano induce una mayor depresión respiratoria que el halotano, con lo cual la hipoventilación puede que sea uno de los mayores factores de riesgo de este agente anestésico (Steffey y Howland, 1977; Hellebrekers, 1986; Grandy et al. 1989; Hodgson et al. 1998). En cuanto al sistema cardiovascular el isofluorano provoca una menor depresión miocárdica y una menor sensibilización del miocardio a las arritmias inducidas por catecolaminas, con lo cual en este aspecto es más seguro que el halotano (Joas y Stevens, 1971; Steffey et al. 1975; Steffey y Howland, 1977; Hellebrekers, 1986; Tranquilli et al. 1988; Grandy et al. 1989; Lemke et al. 1993; Hikasa et al. 1996; Hikasa et al. 1997; Hodgson et al. 1998). En el caso de los potros se ha detectado un descenso importante en la oportunidad relativa de la muerte anestésica provocada por el isofluorano comparada con el halotano (Johnston et al. 2004).

El sevofluorano es un agente introducido recientemente en la anestesia veterinaria, por lo que no hay literatura que documente los factores de riesgo asociados a él. Aun así el último trabajo realizado en Reino Unido indicaba que cerca de un 10% de los centros encuestados lo emplea de forma regular (Brodbelt, 2006).

La premedicación con **anticolinérgicos** reduce las secreciones en vías aéreas lo cual puede reducir el riesgo anestésico de la intubación. Curiosamente Clarke y Hall (1990) encontraron menores índices de mortalidad en aquellos gatos premedicados con atropina.

Por último, la **intubación endotraqueal** en gatos está ligada a un gran aumento de mortalidad anestésica (Lumb y Jones, 1984; Clarke y Hall, 1990; Dyson et al. 1998; Brodbelt, 2006; Gil et al. 2008). Los gatos están predispuestos al desarrollo de

laringoespasmos, con lo que tenemos que ser mucho más cuidadosos a la hora de intubar a los pacientes de esta especie (Hall y Taylor, 1994). Este hecho, sumado a la obstrucción de los tubos con secreciones o sangre debido al pequeño tamaño de sus tráqueas, la convierte en una técnica de riesgo que debe ser realizada por personas entrenadas.

En el estudio realizado en el Hospital Universitario CEU Cardenal Herrera en Valencia, se evaluó que de 362 anestésias de gatos, se produjeron 13 muertes, de las cuales 3 fueron debidas a problemas con la vía aérea: una por laringoespasma, otra por intubación esofágica que pasó desapercibida y la última por desarrollo de edema de glotis (Gil et al. 2008).

En el trabajo realizado por Brodbelt (2006) se observó una interacción entre la intubación endotraqueal en gatos y el tipo de intervención realizada. Se calcularon riesgos relativos superiores en gatos intubados sometidos a procedimientos menores que en los mayores. Este hecho se relacionó con las ventajas que suponía la intubación endotraqueal en procedimientos invasivos asegurando una vía aérea permeable. En cambio, en procedimientos menores los riesgos de la intubación son más importantes que las ventajas que proporciona. Esto concuerda con lo que ya describían Dyson et al. (1998). Estos autores concluyeron que en gatos sometidos a intervenciones de corta duración era suficiente con estar preparados para intubar y monitorizar correctamente la respiración, ya que de esta forma se reducirían las complicaciones asociadas a la intubación.

3.3.3.4. Factores de riesgo relacionados con la monitorización y el personal encargado del control de anestesia

En pequeños animales, el principal factor asociado a un aumento de riesgo de muerte anestésica es la falta de una persona que se dedique íntegramente a la **monitorización** de la misma (Lumb y Jones, 1973; Clarke y Hall, 1990; Dyson et al. 1998; Brodbelt, 2006).

En el trabajo realizado por Lumb y Jones (1973) se observó que los errores anestésicos fueron un factor fundamental en el desarrollo de la muerte anestésica, detectando índices de mortalidad muy elevados en el periodo de recuperación anestésica.

Clarke y Hall (1990) evaluaron este factor, observando que el 75% de muertes de animales ASA I y II se debía a un inadecuado control anestésico. Las muertes se asociaron fundamentalmente a alteraciones en el mantenimiento de la vía aérea. Al mismo tiempo, detectaron que el 20% de las clínicas encuestadas no utilizaban a una persona independiente para el control anestésico (Clarke y Hall, 1990).

Por otra parte, el trabajo realizado por Dyson et al. (1998) determinó que la presencia de un técnico veterinario controlando la anestesia suponía una reducción importante de la oportunidad relativa y el riesgo anestésico.

Finalmente, Brodbelt (2006), observó que en la mayoría de centros de su estudio la monitorización de los pacientes anestesiados es una práctica rutinaria.

Los **equipos de monitorización anestésica** no han sido adecuadamente evaluados en los distintos trabajos de mortalidad en pequeños animales. Solamente se ha estudiado el uso de monitores de frecuencia cardíaca, los cuales se han asociado con un aumento de riesgo anestésico y desarrollo de complicaciones (Dyson et al. 1998). Brodbelt (2006) describía que entre los métodos más empleados en la monitorización anestésica se encontraban los estetoscopios esofágicos, que aportan muy poca información sobre la evolución del paciente. Informan de la frecuencia cardíaca sin tener en cuenta la calidad del pulso, lo que puede conducir al clínico hacia una falsa sensación de seguridad. Además, hay que tener en cuenta que estos aparatos son utilizados normalmente en pacientes críticos con un alto grado de riesgo anestésico.

En cuanto al control de la **presión sanguínea**, diversos trabajos de anestesia equina han evidenciado que ayuda a la prevención de problemas cardíacos (Johnston et al. 2004). Durante una anestesia inhalatoria la medida de la presión arterial es un indicador indirecto de la función cardíaca (Wagner y Brodbelt, 1997), y alerta de forma temprana sobre el desarrollo de complicaciones. En pequeños animales este factor ha sido poco estudiado, ya que este parámetro no es habitualmente monitorizado en la práctica anestésica (Wagner y Hellyer, 2000; Nicholson y Watson, 2001; Brodbelt, 2006). Redondo et al. (2006) cifraron en un 54,6% el porcentaje de pacientes que sufrieron hipotensión severa (<60 mm Hg). Benítez, (2007) observó que la medición oscilométrica de la presión arterial proporciona una buena correlación con la monitorización invasiva, aunque un porcentaje significativo de las lecturas muestra diferencias importantes con la medición invasiva, especialmente durante la hipotensión. Por ello, este autor

recomienda la monitorización invasiva en pacientes de alto riesgo, precisamente en los que es más probable que se produzca hipotensión.

La **pulsioximetría** es otro parámetro de monitorización anestésica introducido en la clínica veterinaria, ganando popularidad con el tiempo (Joubert, 2000; Wagner y Hellyer, 2000; Nicholson y Watson, 2001). Este parámetro ha sido empleado desde hace mucho en la anestesia humana, permitiendo el reconocimiento temprano de la desaturación de la hemoglobina y el desarrollo de cianosis (Adams, 1989). Redondo et al. (2007) observaron hipoxia severa ($SpO_2 < 90\%$) en el 16,4% de los pacientes.

El último trabajo de Brodbelt (2006) sí ha valorado la utilización del pulsioxímetro como medio de monitorización, detectando descensos de la oportunidad relativa de aquellos pacientes felinos en los que era utilizado. Trabajos previos habían descrito aumentos del riesgo relativo al usar monitores que evaluaran la calidad de latido cardiaco (Dyson et al. 1998). En cambio, estudios realizados en medicina humana sugerían que el solo uso de la pulsioximetría había ayudado en la detección del 40-82% de incidentes perioperatorios, mientras que cuando este método se combinaba con la capnografía se detectaban del 88 al 93%. Si además se realizaba medición de la presión arterial estos porcentajes ascendían al 93% (Eichhorn et al. 1986; Tinker et al. 1989; Webb et al. 1993). Así pues, es interesante el uso del pulsioxímetro en la clínica diaria, ya que es un método que nos permite evaluar la evolución de la función cardiaca mediante la frecuencia cardiaca y la calidad del pulso, así como la función del sistema respiratorio mediante la saturación del oxígeno (Brodbelt, 2006).

En cuanto a otros procedimientos de monitorización evaluados en el trabajo de Brodbelt (2006), se observó que la **temperatura** era muy poco monitorizada, a pesar de ser un procedimiento muy simple. Suesta (2006) indicó que la hipotermia severa alarga la recuperación en perros y gatos y aumenta la mortalidad postanestésica en el gato e insistió que un manejo perioperatorio adecuado reduciría la incidencia de esta complicación.

Por último Brodbelt (2006) indicó que la monitorización de la **presión arterial**, la **capnografía** y el **electrocardiograma** era poco empleada a pesar de que un gran número de centros tenían los aparatos necesarios para su control. El uso de estos monitores adicionales era similar al descrito en otros trabajos (Dyson et al. 1998; Joubert, 2000; Nicholson y Watson, 2001). La monitorización utilizada es la que limita la capacidad de detección de complicaciones menores, evitando con esto que se transformen en complicaciones serias (Brodbelt, 2006).

Es lógico pensar que sin una monitorización cuidadosa de la anestesia, reducir las complicaciones es más difícil. En cuanto a la figura del anestesiólogo se ha visto que la mayor experiencia de esta persona no implica una reducción en el riesgo anestésico. Es más, en un estudio se detectaron índices de mortalidad más altos en aquellas anestесias llevadas por anestесistas con más experiencia (Johnston et al. 2002). Los autores achacaron estos resultados a que los anestесistas más experimentados eran los encargados de llevar a cabo las anestесias de mayor riesgo.

Podemos concluir que sólo los últimos estudios realizados en pequeños animales evalúan de forma crítica los factores de riesgo anestésicos asociados a una mayor mortalidad (Clarke y Hall, 1900; Dyson et al. 1998; Hosgood y Scholl, 1998; Hosgood y Scholl, 2002; Brodbelt et al. 2006; Brodbelt, 2006). Los factores de riesgo descritos son similares a aquellos que se nombran en medicina equina y humana, incluyendo entre ellos el estado de salud de mala calidad, la edad avanzada y la monitorización insuficiente. En lo que respecta a los factores de riesgo asociados a la utilización de acepromacina y xilacina se ha observado que son muy similares a los descritos en anestesia equina. En cambio, en cuanto a los felinos la mayoría de los trabajos han apuntado la intubación endotraqueal como un procedimiento de alto riesgo. Muchos de estos estudios se han visto limitados por la utilización de una muestra pequeña, por lo que sólo los trabajos más recientes basados en encuestas multicéntricas han sabido evaluar en profundidad la asociación de estos factores de riesgo con la mortalidad anestésica (Clarke y Hall, 1900; Dyson et al. 1998; Brodbelt, 2006).

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. Introducción

Hemos realizado un estudio prospectivo y multicéntrico en el que han colaborado 37 clínicas y hospitales veterinarios de 16 provincias españolas (Tabla 1), desde febrero de 2006 a marzo de 2007.

Tabla 1. Relación de clínicas y hospitales veterinarios colaboradores en nuestro estudio.

Centro Veterinario	Provincia	Centro Veterinario	Provincia
HV Abros	Orense	CV La Merced	Alicante
CV Alaquàs	Valencia	CV Monteolivete	Valencia
CV Albal	Valencia	HV Montigalá	Barcelona
HV Albéitar	La Rioja	CV Óvalo	Murcia
CV Alquíán	Almería	CV Palau	Valencia
CV Arrendó	La Rioja	CV Pinar	Valencia
CV Audele	Guipúzcoa	CV Primado	Valencia
CV Burlada	Navarra	CV Reyes	Valencia
CV Campanar	Valencia	CV Roca	Valencia
Centro de Medicina Animal	Valencia	CV Rivera	Málaga
CV Corberá	Barcelona	Serv. Ambulante Anestesia Vet.	Madrid
HV Desvern	Barcelona	CV Torrent	Valencia
HV Diagnòstic	Tarragona	CV Valterna	Valencia
CV Fauna	Pontevedra	Vetania Profesional	Alicante
CV Ginzo de Limia	Madrid	CV Veterinaris	Barcelona
CV Gramanet	Barcelona	HV Villablanca	Málaga
CV Guadamar	Sevilla	HCV Univ. Cardenal Herrera	Valencia
HV Indautxu	Vizcaya	HCV Universidad de Córdoba	Córdoba
CV Lepanto	Sevilla		

HV: Hospital Veterinario; CV: Clínica Veterinaria; Serv. Ambulante Anestesia Vet.: Servicio Ambulante Anestesia Veterinaria; HCV Univ. Cardenal Herrera: Hospital Clínico Veterinario Universidad Cardenal Herrera.

4.2. Descripción de la muestra

La población estudiada estuvo formada por los perros y gatos anestesiados en las clínicas veterinarias participantes en el estudio, durante el periodo comprendido entre febrero de 2006 y marzo de 2007. Se han estudiado un total de 2.024 anestесias en perros y 658 en gatos. Consideramos como anestesia el estado hipnótico en el que se permite la intubación endotraqueal del paciente, independientemente de que efectivamente fuera intubado o no. En consecuencia, se excluyeron las sedaciones. Con el objetivo de realizar un estudio que reflejara la realidad de la anestesia de pequeños animales en nuestro país, tuvimos en cuenta diversos centros veterinarios que mostraron interés por el proyecto, incluyendo entre ellos desde clínicas veterinarias hasta centros de referencia. Además, con el objeto de evitar sesgos, se limitó al 10% del total de la muestra los casos aportados por un centro en particular.

4.3. Definición de muerte perianestésica

La muerte perianestésica fue definida como la que se produjo entre la predicación anestésica y las 24 horas posteriores a la extubación del paciente, independientemente de la causa. Se excluyeron del estudio las eutanasias.

4.4. Recolección de datos

Se remitió a las clínicas colaboradoras un formulario (Figura 1) que debían rellenar cada vez que anestesiaran a un paciente, independientemente del motivo que provocó la anestesia y del protocolo anestésico utilizado. Este formulario incluía los siguientes epígrafes:

Identificación del caso: indicando todos los aspectos relacionados con la clínica que enviaba el formulario, número de historia clínica del caso en cuestión (para en caso de necesitar más información sobre dicho caso, poder identificarlo con más rapidez, etc.), veterinario responsable de la anestesia y la fecha del procedimiento anestésico.

Reseña del animal: indicando la raza del animal, el sexo, la edad y el peso.

Motivo de la anestesia: o tipo de intervención realizada durante la anestesia.

Riesgo anestésico: fue valorado atendiendo a la clasificación de la Sociedad Americana de Anestesiólogos (American Society of Anesthesiologists), la cual contempla la probabilidad de que se puedan presentar complicaciones anestésicas como consecuencia del estado de salud del paciente.

Protocolo anestésico: En este epígrafe se indicaban todos los fármacos utilizados durante la anestesia incluyendo la premedicación, inducción, mantenimiento y analgesia tanto preoperatoria como postoperatoria. También se indicaron las dosis y vías de administración de cada uno de los fármacos utilizados, así como el empleo de oxigenoterapia, fluidoterapia (indicando el tipo de fluido empleado), circuito anestésico utilizado, modo ventilatorio según si el paciente era mantenido con ventilación espontánea o con ventilación a presión positiva intermitente (VPPI) y duración del procedimiento.

Complicaciones acontecidas durante el procedimiento anestésico:

Apnea: se anotó si la ausencia de movimientos respiratorios era superior a 1 minuto, indicando si esta complicación se producía después de la sedación, en la inducción o el mantenimiento de la anestesia.

Cianosis: si las mucosas toman un color azulado como consecuencia de la hipoxia tisular.

Colapso o shock: indicando si esta complicación se producía después de la sedación, durante la anestesia o en la recuperación del paciente.

Dificultad en el sondaje endotraqueal.

Desconexión del circuito anestésico.

Movimientos musculares involuntarios: indicando la región corporal donde se observaban estos movimientos.

Despertar prematuro.

Recuperación prolongada: si la recuperación anestésica se prolongaba más de dos horas.

Bradycardia: se consideraba cuando la frecuencia cardiaca del paciente descendía por debajo de 30 latidos por minuto, indicando el momento en el que se observaba.

Taquicardia: se consideraba cuando la frecuencia cardiaca de paciente excedía los 180 latidos por minuto, indicando el momento en el que se observaba.

Arritmias cardiacas: indicando el momento en el que acontecían.

Bradipnea: se consideraba cuando la frecuencia respiratoria del paciente descendía por debajo de 5 ventilaciones por minuto, indicando el momento en el que se observaba.

Taquipnea: se consideraba cuando la frecuencia respiratoria del paciente superaba las 60 ventilaciones por minuto, indicando el momento en el que se observaba.

Vómito: indicando si se producía durante la sedación, la anestesia o la recuperación.

Micción: indicando si se producía durante la sedación, la anestesia o la recuperación.

Defecación: indicando si se producía durante la sedación, la anestesia o la recuperación.

Parada cardiorrespiratoria con resucitación exitosa.

Muerte: consideramos la muerte perianestésica como aquella que se produjo durante la sedación, inducción, mantenimiento, recuperación en el quirófano o en las 24 horas posteriores a la extubación. Los pacientes eutanasiados en alguna fase del procedimiento anestésico se anotaron pero se excluyeron del estudio de mortalidad.

Comentarios pertinentes por parte del veterinario responsable de la anestesia: como son el modo de resolver la emergencia, los fármacos utilizados durante esta intervención y la evolución del paciente.

Este formulario era revisado por el investigador principal y posteriormente informatizado mediante el programa Statistica para Windows® v.6.0. (StatSoft, Inc. 2001, Tulsa, OK, USA).

Figura 1. Formulario de encuesta epidemiológica enviado a los centros veterinarios colaboradores en el estudio.



CEU
Universidad
Cardinal Herrera

ESTUDIO MULTICÉNTRICO MORTALIDAD ANESTÉSICA

CLINICA _____ VETERINARIO _____

FECHA _____ CASO PROPIO _____ CASO ENSAYO _____

ESPECIE perro gato RAZA _____ SEXO macho hembra

EDAD (años) _____ PESO (kg) _____

MOTIVO DE LA ANESTESIA _____ RIESGO ANESTESICO (ASA) _____

PROTOCOL ANESTÉSICO

Premedicación: _____

Inducción: _____ Mantenimiento: _____

Analgesia: Preoperatoria _____ Intraoperatoria _____

Postoperatoria _____

DURACIÓN DE LA ANESTESIA <15 min. 15-60 min. >60 min.

FLUIDOTERAP. Sol. Salina 0.9% Ringer lactato glucoosa 5% otro _____

OXIGENOTERAPIA Sí No INTUBACIÓN Sí No CIRCUITO _____

VENTILACIÓN MECÁNICA Sí No

COMPLICACIONES ANESTESICAS (marcar las que se presenten y momento) Sí No

- APNEA (>1 min) tras la sedación anestesia
- CIANOSIS COLAPSO/SHOCK tras la sedación anestesia recuperación
- DIFICULTAD EN EL SONDAJE TRAQUEAL DESCONEXION DEL CIRCUITO
- MOVIMIENTOS MUSCULARES (especificar región) _____
- DESPERTAR PREMATURO RECUPERACIÓN PROLONGADA (>2 h)
- BRADICARDIA (<30) TAQUICARDIA (>180) ARRITMIAS momento _____
- BRADIPNEA (<5) TAQUIPNEA (>60) especificar momento _____
- VOMITO tras la sedación anestesia recuperación
- MICCION tras la sedación anestesia recuperación
- DEFECACION tras la sedación anestesia recuperación
- PARADA CARDIACA CON RESUCITACION EXITOSA
- MUERTE tras sedación inducción mantenimiento recuperación (24 h siguientes)
- OTROS (ESPECIFICAR) _____

COMENTARIOS (modo de resolver la emergencia, tratamientos médicos) _____

4.5. Clasificación y definición de las variables estudiadas

Los pacientes fueron clasificados según diversos parámetros para poder compararlos y evaluarlos estadísticamente.

Según la **edad** de los pacientes:

Jóvenes: pacientes de menos de un año de edad.

Adultos: animales que tenían un rango de edad comprendido entre 1 y 10 años.

Viejos: pacientes con una edad superior a los 10 años.

Según el **peso** de los pacientes¹:

Pequeños: peso inferior a 10 Kg.

Medianos: peso entre los 10 y los 25 Kg.

Grandes: peso superior a 25 Kg.

Según el **motivo** de la anestesia:

Cirugía menor: si la anestesia fue necesaria para la realización de intervenciones que no entrañaban la apertura de ninguna cavidad orgánica, como es el caso de la sutura de heridas, orquidectomía (OQD), extirpación de tumores de mama, etc.

Cirugía abdominal: si la anestesia se hizo para llevar a cabo intervenciones que implicaban una laparotomía, como son las enterectomías, cesáreas, ovariectomías (OHT), etc.

Diagnóstico: si la anestesia era empleada para la realización de determinadas técnicas diagnósticas en las que se precisaba que el paciente permaneciese bajo hipnosis, como es el caso de las endoscopias, mielografías, etc.

Traumatología: si la anestesia fue necesaria para la resolución de fracturas y luxaciones, etc.

Cirugía torácica: si la anestesia se hizo para la realizar intervenciones en la cavidad torácica como es el caso de las hernias diafragmáticas, resolución de neumotórax, etc.

Otras causas: cuando la anestesia se utilizaba en otras ocasiones no recogidas en los epígrafes anteriores.

¹ Esta clasificación solo se aplicó a en el estudio de mortalidad anestésica canina.

Según el grado de **riesgo anestésico**: El grado ASA fue valorado atendiendo a la clasificación de la Sociedad Americana de Anestesiólogos, la cual subdivide el riesgo anestésico de los pacientes en:

ASA I: paciente sano. Como es el caso de aquellos animales sometidos a OQD y OHT electivas, etc.

ASA II: paciente con una patología local o sistémica sin limitación funcional. Como es el caso de aquellos perros intervenidos de fracturas y hernias no complicadas, etc.

ASA III: paciente con una patología sistémica moderada con limitación funcional definida. Como es el caso de aquellos pacientes con fiebre, deshidratados, anémicos, afectados por insuficiencia cardíaca compensada, etc.

ASA IV: paciente con enfermedad sistémica grave que constituye una amenaza para la vida. Como es el caso de aquellos pacientes con uremia, toxemia, hemorragia interna, deshidratación grave, piometra, etc.

ASA V: paciente moribundo que previsiblemente morirá en 24 horas. Como es el caso de pacientes con shock grave, septicemia, politraumatismo grave, en estado de coma, etc.

Además, los animales se dividieron en pacientes de bajo riesgo anestésico (ASA I y II) y de alto riesgo anestésico (ASA III, IV y V). Con esto se pretendía valorar la mortalidad anestésica global de los pacientes con un buen estado salud y la de aquellos pacientes enfermos.

Según el **tipo** de anestesia:

Parenteral: si el mantenimiento anestésico se hizo con fármacos inyectables.

Inhalatoria: si el mantenimiento se realizó mediante anestésicos inhalatorios.

Según la **duración** de la anestesia:

Corta: la anestesia era considerada corta cuando el procedimiento duraba menos de 15 minutos.

Media: si el procedimiento duraba entre 15 y 60 minutos.

Larga: si la anestesia duraba más de 60 minutos.

Momento de la muerte:

Perianestésica: si ocurrió entre la administración de la premedicación anestésica y las primeras 24 horas tras la extubación.

Intraoperatoria: si ocurrió durante la sedación, inducción o mantenimiento de la anestesia.

Postoperatoria: si se produjo desde la extubación del paciente hasta pasadas las primeras 24 horas.

4.6. Procesamiento de los datos y análisis estadístico

Nuestro trabajo se ha basado en un estudio de cohorte. Se trata de un estudio epidemiológico, observacional, analítico, longitudinal y prospectivo. En él los individuos que componen los grupos de estudio se seleccionan en función de la presencia de una determinada característica o exposición, en nuestro caso haber sido sometidos a una anestesia. Estos individuos inicialmente no tienen la alteración de interés, que en nuestro estudio es la mortalidad anestésica y son seguidos durante un cierto periodo de tiempo para observar la frecuencia con la que ésta aparece en cada uno de los grupos.

Los estudios de cohorte o seguimiento son los estudios prospectivos clásicos. A pesar de que se trata de estudios muy costosos, al requerir grandes recursos económicos y de tiempo, tienen gran solidez ya que la probabilidad de que estén sesgados es menor. En este tipo de trabajos hay que cuidar extremadamente los aspectos del diseño y evitar sesgos, especialmente de clasificación.

Para realizar este estudio hemos necesitado:

- Seleccionar una muestra de población.
- Medir variables de exposición en la muestra, si el factor de riesgo está ausente o presente.
- Seguir a la cohorte.
- Medir las variables de resultado, es decir, la presencia o ausencia de enfermedad.

Las ventajas de un estudio de cohorte son las siguientes:

- Posibilidad de estudiar varios resultados por cada factor de exposición.
- Permitir la estimación de incidencia y riesgo relativo.

- Establecer claramente la secuencia de sucesos de interés como es la exposición de la enfermedad.
- Evitar el sesgo de supervivencia.
- Mejor control sobre la selección de sujetos.
- Mayor control de las medidas.

Los inconvenientes de un estudio de cohorte son:

- Requiere a menudo grandes tamaños muestrales.
- No es eficiente en eventos raros o con largos períodos de latencia.
- Su ejecución puede requerir mucho tiempo y dinero.

El análisis estadístico de los resultados fue realizado en dos fases: un primer estudio univariante y un segundo multivariante.

4.6.1. Codificación de las variables

En nuestro análisis se describieron dos tipos de variables:

Variables categóricas u ordinales, estas variables fueron codificadas en $k-1$ donde k es el número de valores que puede tomar (Wolters et al. 1996), tal y como aparecen en la Tabla 2. Estas variables fueron consideradas independientes:

Sexo: variable categórica binomial, siendo las hembras las que se tomaron como referencia.

Edad: variable categórica ordinal, se tomaron valores del 1 al 3 de forma que se consideró como 1 a los animales de edad media (1 a 10 años), 2 a los individuos jóvenes y 3 a los geriátricos. Se consideró al grupo de animales de edad media como el grupo de referencia.

Peso: variable categórica ordinal, se asignaron valores del 1 al 3 según si los perros pesaban menos de 10 Kg., entre 10 y 25 Kg. o más de 25 Kg., y fue el grupo de peso medio el que se tomó como referencia. En el caso de los gatos no se consideró esta subdivisión al presentar un peso más uniforme.

Tipo de cirugía: variable categórica, tomando valores del 1 al 6 (cirugía abdominal, externa, traumatológica, torácica, técnicas exploratorias y otras intervenciones). La

cirugía abdominal se tomó como referencia y se excluyó de este grupo de estudio “otras cirugías”, por el mismo motivo que excluimos los ASA V.

ASA: variable categórica ordinal, tomando valores del 1 al 5. De estas variables fue el ASA I la que se tomó como referencia. Los pacientes ASA V fueron excluidos del análisis. Se tomó esta decisión con el objeto de aumentar el poder estadístico del análisis.

Tipo de mantenimiento anestésico: variable categórica binomial, siendo las anestésias parenterales las que se tomaron como referencia.

Duración: variable categórica ordinal, tomando valores del 1 al 3, si la intervención duraba menos de 15 minutos, de 15 a 60, o más de 60 minutos, siendo la duración media la que se tomó como referencia.

Tabla 2. Codificación de parámetros de las variables empleadas en análisis multivariante.

		Codificación de parámetros			
		(1)	(2)	(3)	(4)
sexo	H	0	0	0	0
	M	1	0	0	0
edad	1	0	0	0	0
	2	1	0	0	0
	3	0	1	0	0
peso	1	0	0	0	0
	2	1	0	0	0
	3	0	1	0	0
cirugía	CA	0	0	0	0
	CM	1	0	0	0
	EXPL	0	1	0	0
	TOR	0	0	1	0
	TR	0	0	0	1
ASA	1	0	0	0	0
	2	1	0	0	0
	3	0	1	0	0
	4	0	0	1	0
tipo	INH	1	0	0	0
	P	0	0	0	0
duración	15-60	0	0	0	0
	<15	1	0	0	0
	>60	0	1	0	0
intubación	N	1	0	0	0
	S	0	0	0	0
oxígeno	N	1	0	0	0
	S	0	0	0	0
ventilación	N	0	0	0	0
	S	1	0	0	0

H: hembras; M: machos; Edad 1: animales de 1 a 10 años de edad; Edad 2: <1 año; EDAD 3: > 10 años; peso 1: peso de 10 a 25 Kg.; peso 2: peso < 10 Kg.; peso 3: peso > 25 Kg.; ASA: riesgo anestésico; CA: cirugía abdominal; CM: cirugía menor; EXPL: técnicas diagnósticas; TOR: cirugía torácica; TR: cirugía traumatológica; INH: anestesia inhalatoria; P: anestesia parenteral; 15-60: duración de la anestesia entre 15 y 60 minutos; <15: anestesia de menos de 15 minutos de duración; >60: anestesia de más de 60 minutos; N: no utilizado; S: sí utilizado.

Variables cualitativas, estas variables toman valores si/no y son codificadas con el valor 1 (cuando la característica está presente) y valor 0 (cuando la característica no está presente). Este es el caso de la muerte anestésica, variable que fue considerada como dependiente. También se consideraron como variables cualitativas los fármacos anestésicos.

Los fármacos empleados en el protocolo anestésico fueron codificados en variables cualitativas binomiales que tomaron el valor de 1 si el fármaco fue usado ó 0 si no se empleó. Con el objeto de aumentar la potencia estadística del estudio, se optó por aunar algunas de las variables anteriores en otras más generales, tal y como se muestra a continuación:

Fármacos empleados en la sedación:

- S_ACP: sedación con acepromacina.
- S_BNZ: cuando se utilizaba alguna benzodiacepina (diazepam o midazolam) en la sedación.
- S_MED: sedación con medetomidina.
- S_XIL: sedación con xilacina.
- S_OTR: sedación con otros fármacos que no fueran los anteriormente citados.

Fármacos empleados en la inducción:

- I_P: inducción con propofol.
- I_TP: inducción con tiopental.
- I_K: inducción con ketamina.
- I_ETO: inducción con etomidato.
- I_INH: inducción con un anestésico inhalatorio (p. ej. sevoflurano, isoflurano, halotano).
- I_BZOP: inducción con una combinación de benzodiacepinas y opioides.

Fármacos empleados en el mantenimiento:

- M_IS: mantenimiento con isoflurano.
- M_SEV: mantenimiento con sevoflurano.
- M_HAL: mantenimiento con halotano.
- M_P: mantenimiento con propofol.
- M_K: mantenimiento con ketamina.
- M_TP: mantenimiento con tiopental.
- M_ET: mantenimiento con etomidato.

Fármacos analgésicos empleados en el preoperatorio:

- AP_NAP: si se usa algún narcótico puro (morfina, petidina, fentanilo) en la analgesia preoperatoria.
- AP_BUTBUP: cuando se emplea algún narcótico agonista parcial (butorfanol, buprenorfina) en la analgesia preoperatoria.
- AP_AINE: si se emplea algún antiinflamatorio no esteroideo (carprofeno, meloxicam, ácido tolfenámico) en la analgesia preoperatoria.

Fármacos analgésicos empleados durante la anestesia:

- AI_NAP: si se usa algún narcótico puro (morfina, petidina, fentanilo, remifentanilo) en la analgesia intraoperatoria.
- AI_BUTBUP: si se utiliza algún narcótico agonista parcial (butorfanol, buprenorfina) en la analgesia intraoperatoria.
- AI_AINE: cuando se emplea algún antiinflamatorio no esteroideo (carprofeno, meloxicam, ácido tolfenámico) en la analgesia intraoperatoria.
- AI_LOC: si se utiliza algún analgésico de acción local (lidocaína, mepivacaína, bupivacaína, analgesia epidural) en la analgesia intraoperatoria.
- AI_CRI: si se utiliza algún fármaco con efecto analgésico en infusión continua (medetomidina, lidocaína, ketamina) en la analgesia intraoperatoria.

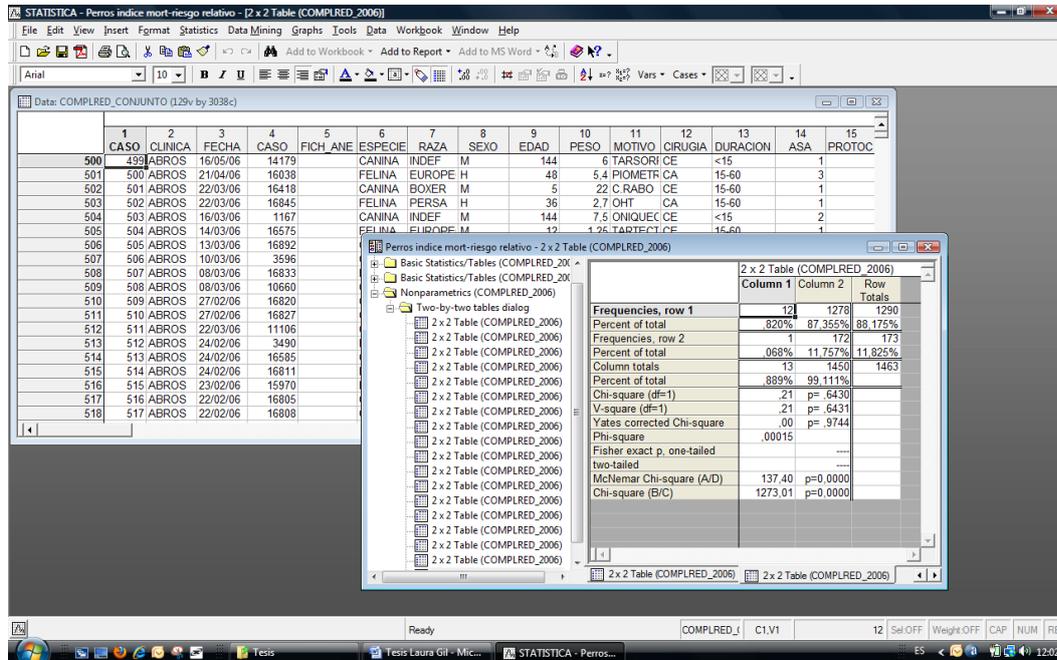
Fármacos analgésicos empleados en el postoperatorio:

- APO_NAP: cuando se utiliza algún narcótico puro (morfina, petidina, fentanilo) en la analgesia postoperatoria.
- APO_BUTBUP: cuando se emplea algún narcótico agonista parcial (butorfanol, buprenorfina) en la analgesia postoperatoria.
- APO_AINE: cuando se utiliza algún antiinflamatorio no esteroideo (carprofeno, meloxicam, ácido tolfenámico) en la analgesia postoperatoria.

4.6.2. Análisis estadístico univariante

Para el tratamiento estadístico de los datos se utilizó el programa *Statistica para Windows*® v.6.0. (StatSoft, Inc. 2001, Tulsa, OK, USA) (Figura 2).

Figura 2. Programa Statistica para Windows® v.6.0.



En primer lugar, el estudio estadístico consistió en la determinación de la incidencia de la mortalidad anestésica, globalmente y según las clasificaciones citadas en el apartado anterior. El índice de mortalidad anestésica se calculó dividiendo el número de casos en los que se produjo muerte anestésica por el número total de anestésicas realizadas.

En segundo lugar, se utilizó la prueba Chi-cuadrado para comparar la incidencia de la mortalidad de cada variable independiente respecto al grupo de referencia de cada clasificación. En el caso que la frecuencia esperada fuese inferior a 5, se empleó el test de Fisher para establecer esa diferencia entre proporciones. Según cada clasificación, los grupos de referencia fueron los siguientes. En el caso de los perros: según la raza los perros mestizos, en el sexo las hembras, los pacientes de peso medio, en la edad los perros adultos, según el motivo de la anestesia la cirugía menor o cirugía externa, según el riesgo anestésico los pacientes ASA I, según el mantenimiento anestésico la anestesia parenteral y teniendo en cuenta la duración del procedimiento las intervenciones de duración media. En el caso de los gatos: según la raza, el grupo que se tomó como referencia fue la de los comunes europeos, en el sexo las hembras, en la

edad los gatos adultos, en el motivo de la anestesia la cirugía abdominal, según el riesgo anestésico los pacientes ASA II, según el mantenimiento anestésico la anestesia parenteral y evaluando la duración del procedimiento las anestesias de duración media.² Los valores fueron considerados como significativos cuando se cumplía que $p < 0,05$.

En tercer lugar, se calculó la oportunidad relativa de un suceso. La oportunidad relativa representa el número de sucesos dividido por el número de no sucesos, de forma que el numerador no está incluido en el denominador (Dohoo et al. 2003). En este trabajo la oportunidad relativa (conocida en inglés como odds ratio, OR) de muerte anestésica es el número de pacientes muertos dividido por el número de pacientes vivos. Si las probabilidades del suceso son p (primer grupo) y q (segundo grupo), entonces $OR = \frac{p}{1-p} / \frac{q}{1-q}$. Cuando el $OR = 1$ indica que la probabilidad del suceso es igual en el grupo expuesto que en el no expuesto (pacientes muertos frente a vivos), por otra parte cuando la $OR > 1$ indica que la probabilidad del suceso es mayor en el grupo expuesto y en cambio cuando $OR < 1$ indica que la probabilidad del suceso es inferior en el grupo expuesto.

4.6.3. Análisis estadístico multivariante

Seguidamente, se realizaron dos estudios para investigar la mortalidad anestésica canina y felina. En ambas especies, además, hemos realizado tres estudios parciales. El primero evalúa de forma global la mortalidad perianestésica, buscando los factores de riesgo que provocan la muerte perianestésica tal y como la hemos definido más arriba. El segundo pretende determinar los factores de riesgo que provocan una muerte intraoperatoria.³ El tercero, por su parte, estudia dichos factores de riesgo en la mortalidad postoperatoria.⁴

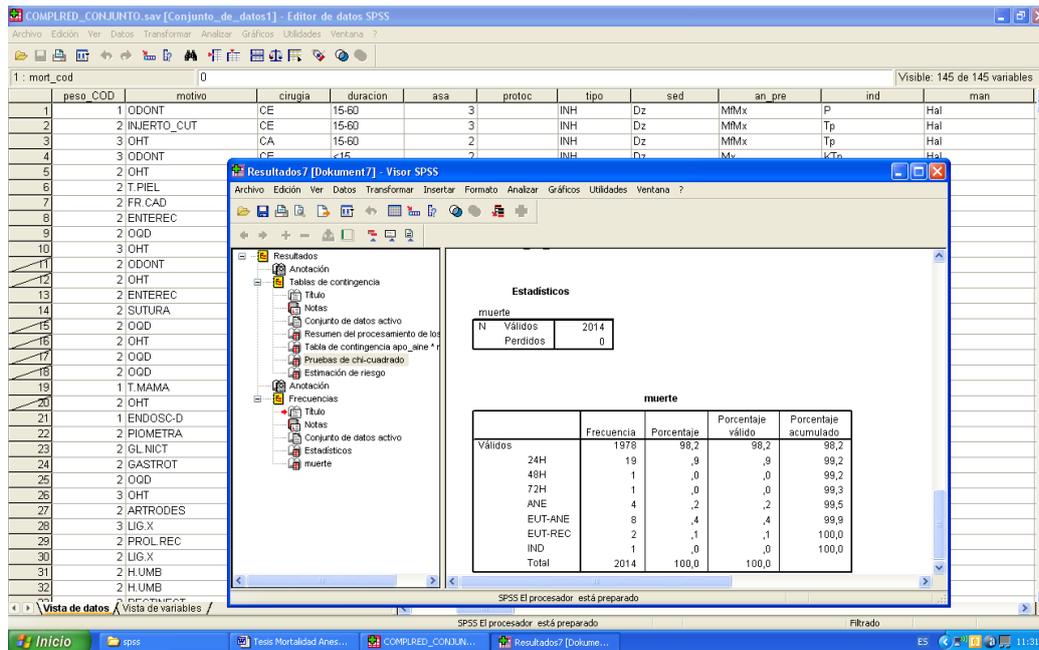
² Además, se hicieron dos estudios parciales univariantes específicos (empleando también la prueba Chi cuadrado) para determinar si hubo diferencias en el uso de isoflurano comparando pacientes de alto o bajo riesgo, y si hubo diferencias en la mortalidad de perros de raza Yorkshire terrier o Labrador comparados con los mestizos.

³ En este estudio comparamos los pacientes muertos durante la anestesia con los que sobreviven más allá de las 24 horas. Quedan excluidos los pacientes muertos en el postoperatorio.

⁴ Comparamos los pacientes que mueren en el postoperatorio con los que sobreviven después de las 24 horas. Quedan excluidos los pacientes muertos en el intraoperatorio.

En este estudio hemos utilizado el programa *SPSS para Windows® v.15.0 (Chicago, EEUU)* (Figura 3). En los tres estudios multivariantes se usaron modelos de regresión logística binaria, utilizando la técnica condicional hacia delante de Wald (Hosmer y Lemeshow, 2000). Los resultados se presentan como nivel de significación, riesgo relativo (odds ratio) e intervalos de confianza al 95%.

Figura 3. Programa SPSS para Windows® v.15.0 (Chicago, EEUU).

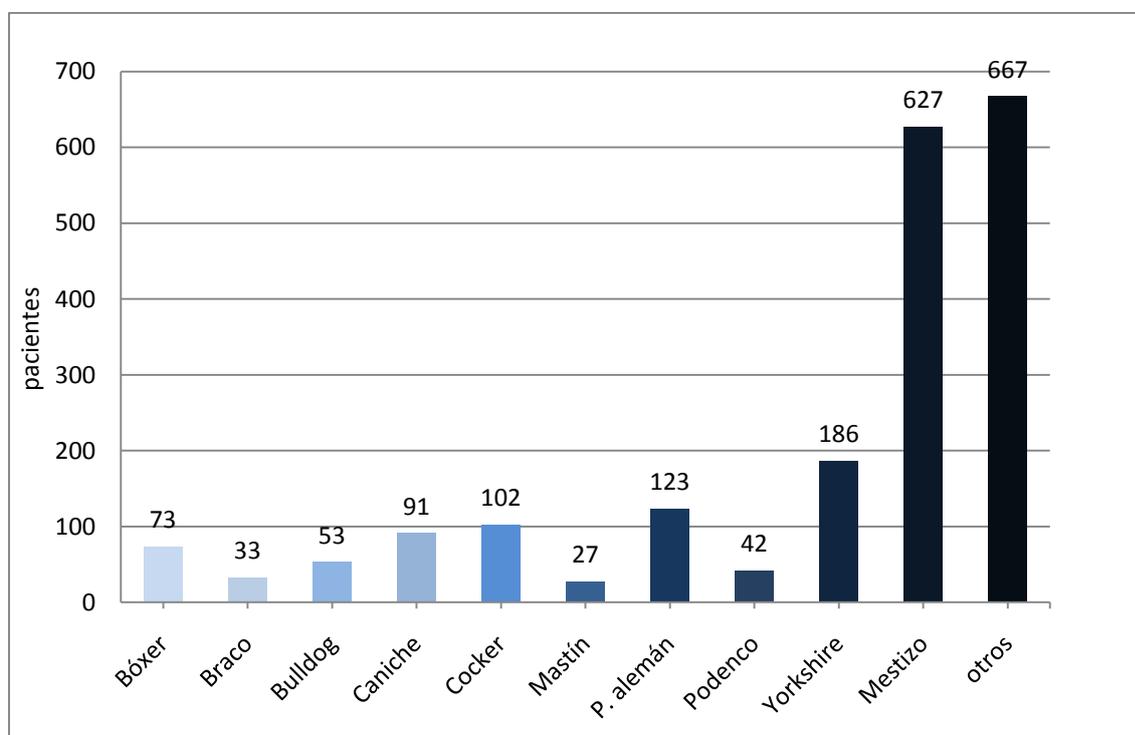


Tanto en perros como en gatos, el estudio multivariante evaluó el efecto que tenía cada uno de los factores de la reseña y los fármacos empleados en el protocolo anestésico en relación con la muerte perianestésica; es decir, se analizó la relación entre la muerte perianestésica y el sexo, la edad, el peso, el riesgo anestésico (ASA), el tipo de cirugía, el tipo de mantenimiento, la duración del procedimiento y cada uno de los fármacos empleados en el protocolo anestésico.⁵ Este análisis se aplicó para determinar las variables que proporcionaban una mayor información sobre el pronóstico de la mortalidad, y así obtener un índice pronóstico que permita la identificación de aquellos pacientes de alto y bajo riesgo de muerte anestésica (Pedersen et al. 1990).

⁵ En el caso de los fármacos empleados en el postoperatorio estudiamos solo aquellos pacientes que despertaron de la anestesia. Es decir, hemos excluido en esta parte del análisis las muertes intraoperatorias ya que estos pacientes no pudieron recibir fármacos postoperatorios.

De las 2024 anestесias analizadas, 955 han sido realizadas en machos y 1069 en hembras. En lo que respecta a las razas, el mayor número absoluto lo han registrado los perros mestizos, (sumando un total de 627), seguidos por los Yorkshire Terrier (186), Pastor alemán (123), Cocker Spaniel (102) y Caniche (91). El resto de razas más representadas en la muestra aparecen en la Gráfica 1. La edad media de los pacientes fue $6,1 \pm 4,2$ años. Se registraron un total de 221 pacientes menores de un año, 1.455 de edad comprendida entre uno y diez años y 348 mayores de diez años. El peso medio fue $16,8 \pm 13,1$ Kg; se anotaron 888 perros con un peso inferior a 10 Kg., 642 con un peso entre 10 y 25 Kg. y 494 de más de 25 Kg.

Gráfica 1. Principales razas caninas.

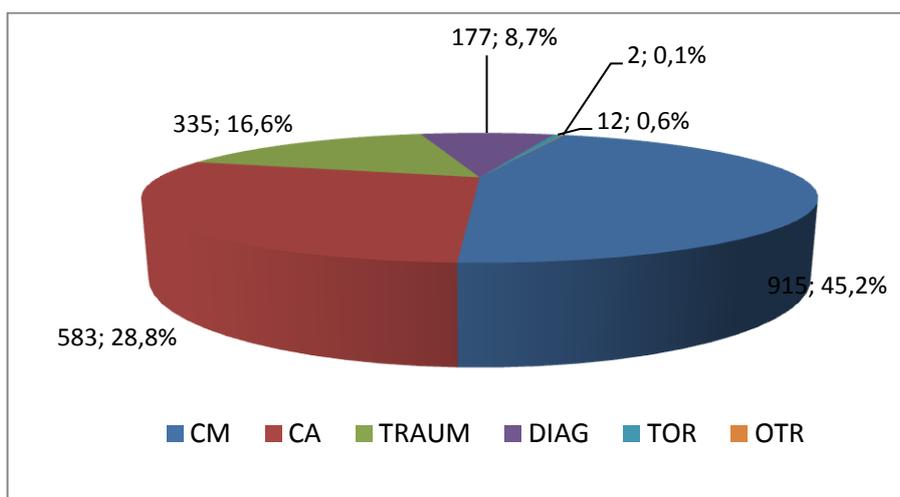


5.1.1.2. Motivo de anestesia

La causa más frecuente de anestesia correspondió a la cirugía menor, que supuso el 45,2% de los casos anestesiados (915 pacientes); las operaciones más comunes fueron las odontológicas, orquidectomías, mastectomías y extirpación de tumores cutáneos. El segundo lugar lo ocupó la cirugía abdominal, que constituyó un 28,8% de los casos (583 pacientes), siendo las cirugías más realizadas ovariectomías, piometras, cesáreas y laparotomías exploratorias. En tercer lugar, se encontraron las cirugías traumatológicas, que fueron un 16,6% del total de intervenciones (335 pacientes); las

cirugías más realizadas fueron la resolución de fracturas de fémur, cúbito y radio y rotura de ligamento cruzado. Las técnicas diagnósticas aparecieron en cuarto lugar, alcanzando el 8,7% (177 pacientes), siendo las más realizadas las radiografías, tomografías axiales, biopsias y endoscopias digestivas. Y en última instancia, se presentaron las cirugías torácicas, como neumotórax o hernias diafragmáticas, que representaron un 0,6% (12 pacientes). Otros procedimientos constituyeron el 0,1% del total (2 pacientes). Estos resultados quedan reflejados en la Gráfica 2.

Gráfica 2. Porcentaje de intervenciones según el motivo de la anestesia.

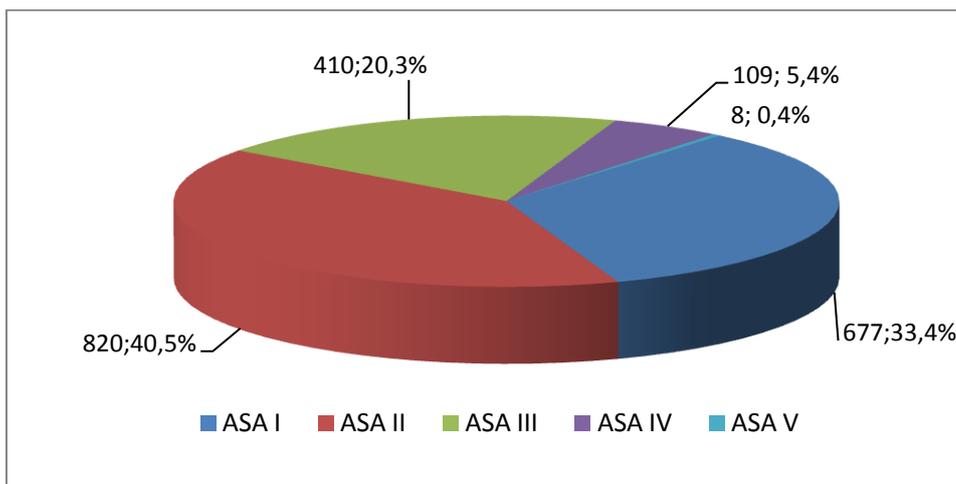


CM: Cirugía menor; CA: Cirugía Abdominal; TRAUM: Traumatología; DIAG: Técnicas Diagnósticas; TOR: Cirugía Torácica; OTR: Otras intervenciones.

5.1.1.3. ASA

El riesgo anestésico más frecuente de los pacientes anestesiados fue el ASA II, que constituyó el 40,5% de los casos (820 pacientes), seguido del ASA I que representó un 33,4% (677 pacientes). Los ASA III alcanzaron un 20,3% (410 pacientes), los ASA IV un 5,4% (109 pacientes), y los ASA V sumaron un 0,4% (8 pacientes). En total, hemos estudiado 1.497 pacientes de bajo riesgo anestésico (ASA I y II) –un 74,96%–, y 527 de alto riesgo (ASA III, IV y V) –26,04%–. Estos resultados quedan reflejados en la Gráfica 3.

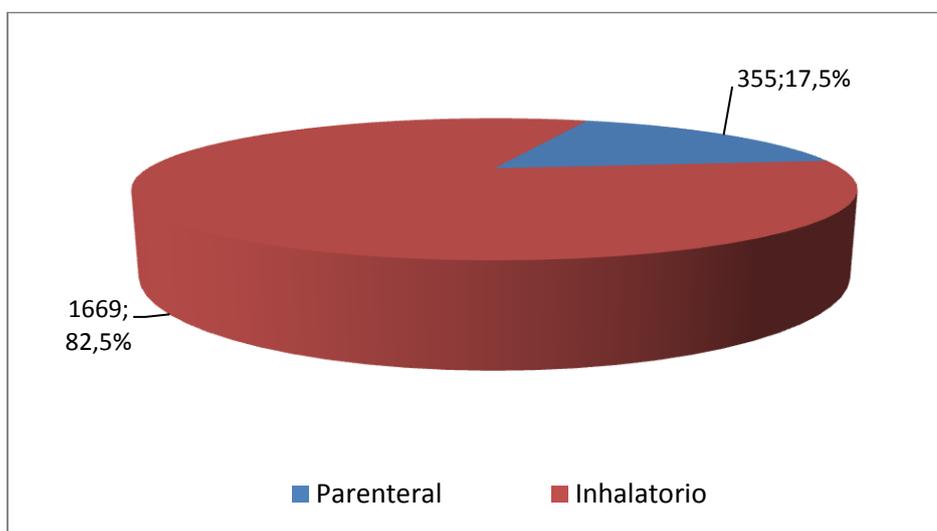
Gráfica 3. Distribución de los pacientes según el riesgo anestésico.



5.1.1.4. Tipo de anestesia

La anestesia inhalatoria se ha utilizado en un 82,5% de los casos (1669 pacientes), mientras que el mantenimiento parenteral se empleó en el 17,5% restante (355 animales). Estos resultados aparecen en la Gráfica 4.

Gráfica 4. Porcentaje de los tipos de mantenimiento anestésico.

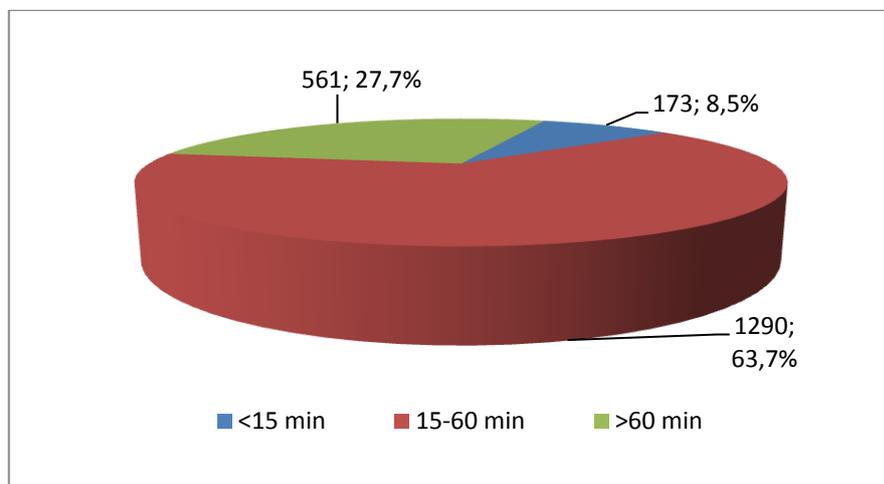


5.1.1.5. Duración del procedimiento

La duración de la anestesia estuvo mayoritariamente entre 15 y 60 minutos, constituyendo el 63,7% de los casos (1290 anestесias). También fueron frecuentes las intervenciones de más de 60 minutos, que supusieron un 27,7% (561 anestесias),

mientras que en último lugar se encuentran aquellas anestесias que duraron menos de 15 minutos, las cuales representan el 8,5% restante (173 anestесias). Estos resultados quedan reflejados en la Gráfica 5.

Gráfica 5. Clasificación de los procedimientos anestésicos según su duración.



5.1.1.6. Protocolo anestésico

Se empleó fluidoterapia en 1938 pacientes (95,8%), se intubaron 1896 (93,7%), se administró oxígeno en 1838 ocasiones (90,8%) y se utilizó ventilación mecánica controlada en 383 intervenciones (18,9%) (Tabla 3).

Tabla 3. Procedimientos anestésicos de los perros.

procedimiento	Nº de veces utilizado
Fluidoterapia	1938
Intubación	1896
Oxigenoterapia	1838
Ventilación mecánica	383

Los protocolos anestésicos utilizados fueron muy variados. A continuación se expondrán los resultados correspondientes a los fármacos más empleados según la fase anestésica en la que se utilizaron, así como la analgesia empleada en el preoperatorio, intraoperatorio y postoperatorio.

5.1.1.6.1. Sedación

Durante la fase de sedación el fármaco más empleado fue la medetomidina, que se utilizó en 1225 casos, seguida de la acepromacina empleada en 434 intervenciones, el midazolam en 202 y por último el diazepam utilizado en 354 ocasiones (Tabla 4).

Tabla 4. Fármacos más empleados en la sedación canina

sedante	Nº de veces utilizado
Medetomidina	1225
Acepromacina	434
Midazolam	202
Diazepam	354

5.1.1.6.2. Inducción

En la inducción los anestésicos más utilizados fueron el propofol en 1455 anestесias, la combinación de benzodicepinas y opiáceos en 315 intervenciones, el tiopental fue empleado 253 veces y por último, la ketamina fue empleada en 240 ocasiones (Tabla 5).

Tabla 5. Fármacos más usados en la inducción canina

hipnótico	Nº de veces utilizado
Propofol	1455
Bnz + Opiac.	315
Tiopental	253
Ketamina	240

Bnz + Opiac.= Benzodicepinas y opiáceos.

5.1.1.6.3. Mantenimiento

En el mantenimiento el agente anestésico empleado mayoritariamente fue el isofluorano (usado en 1217 intervenciones); seguido del propofol (empleado en 297 ocasiones), sevofluorano (294 anestесias), halotano (empleado 150 veces) y ketamina (utilizada en 48 intervenciones) (Tabla 6).

Tabla 6. Fármacos más empleados en el mantenimiento anestésico canino.

hipnótico	Nº de veces utilizado
Isoflurano	1217
Propofol	297
Sevoflurano	294
Halotano	150
Ketamina	48

5.1.1.6.4. Analgesia

Los protocolos analgésicos también fueron muy diversos. En el preoperatorio, la morfina fue el opioide más administrado, utilizado en 1193 anestесias, y el meloxicam el AINE más empleado, haciendo uso de él en 415 ocasiones. El fentanilo es el analgésico más empleado intraoperatoriamente, utilizándose 636 veces. Por último, en el postoperatorio, la buprenorfina se empleó en 616 ocasiones y el carprofeno en 473. La anestesia epidural se empleó en 35 casos para producir analgesia intraoperatoria (Tabla 7).

Tabla 7. Fármacos más empleados en la analgesia perioperatoria canina.

analgésico	preoperatorio	intraoperatorio	postoperatorio
Alfentanilo	0	8	0
Butorfanol	141	0	40
Buprenorfina	87	0	616
Morfina	1193	70	403
Fentanilo	75	636	34
Petidina	326	37	9
Remifentanilo	5	71	0
Tramadol	230	11	468
Carprofeno	245	0	473
Meloxicam	415	0	320
CRI (medet.)	0	123	0
CRI (ketam.)	0	138	0
CRI (Lidoc.)	0	32	0
Epidural	0	35	0

CRI (Medet.): infusión continua medetomidina; CRI (ketam.): infusión continua ketamina; CRI (Lidoc.): infusión continua lidocaína. Los fármacos que aparecen registrados en el intraoperatorio son los que se administran durante el mantenimiento.

5.1.1.7. Índice de mortalidad y momento de la muerte

Se han producido 26 muertes en las 2024 anestias estudiadas, lo que supone un índice de mortalidad del 1,28%. La descripción de los pacientes que murieron aparece en la Tabla 8. Murió un paciente en la inducción, 5 en el mantenimiento y 20 en las primeras 24 horas tras la extubación. Así, el 23% de las muertes fueron intraoperatorias y el 77% postoperatorias. Además, otros 12 fueron eutanasiados en diferentes momentos del procedimiento ya que la gravedad de sus lesiones así lo aconsejó.

Tabla 8. Descripción de los perros que murieron.

raza	sexo	edad	peso	motivo	ASA	protocolo	tipo	muerte
Yorkshire	M	4	1,8	Odontología	II	MedMdPIso	Inh	IND
Pequinés	H	10	6	Piometra	IV	MedKP	P	MAN
Indefinida	H	1,5	20	OHT	I	MedPIso	Inh	MAN
Indefinida	M	5	5,3	Hernia diafragmática	V	DzPIso	Inh	MAN
Yorkshire	M	14	4	Enucleación	IV	MdPSevo	Inh	MAN
Schnauzer	M	10	5	Lap. exploratoria	IV	DzEtomIso	Inh	MAN
Fox Terrier	M	15	10	Toracotomía	IV	MdPIso	Inh	24h
San Bernardo	H	7	56	Obstrucción Intestinal	V	DzIso	lhn	24h
Cocker	H	11	22	Hemorragia	IV	DzTPIso	Inh	24h
Rottweiler	M	5	35	Lap. exploratoria	IV	PKMdlIso	Inh	24h
Husky	H	11	30	Catarata	III	DzPIso	Inh	24h
Bóxer	M	14	30	Dil/Torsión	IV	MdlIso	Inh	24h
Labrador	M	8	36	Lap. exploratoria	IV	MedEtom DzIso	Inh	24h
Labrador	M	8	35	Tumor medular	IV	MedPSevo	Inh	24h
Yorkshire	H	4	2	Lap. exploratoria	III	MedDzIso	Inh	24h
Rottweiler	H	9	54	Endoscopia estómago	I	MedPIso	Inh	24h
Indefinida	H	13	7	Piometra	III	AcepPTPIso	Inh	24h
Yorkshire	H	10	2,5	Hernia inguinal	III	MedPSevo	Inh	24h
Indefinida	H	13	6	Nefrectomía	III	MdEtomIso	Inh	24h
Mastín	M	10	48	Hernia perineal	II	AcepDzPIso	Inh	24h
Cocker	H	11	13	Piometra	IV	MedMdEtom Iso	Inh	24h
Yorkshire	H	10	3	Peritonitis	IV	MedPIso	Inh	24h
Bóxer	M	4	35	Enterotomía	III	MedMdPIso	Inh	24h
Caniche	H	12	3	Colecistotomía	III	MdPIso	Inh	24h
Pastor alemán	H	10	25	Piometra	III	DzPIso	Inh	24h
Yorkshire	H	5	4	OHT	I	MedPIso	Inh	24h

H: hembra; M: macho; Dil/Torsión: dilatación torsión del estómago; OHT: ovariectomía; O: oxigenoterapia; Md: midazolam; Med: medetomidina; Dz: diazepam; Acep: acepromacina; P: propofol; K: ketamina; Tp: tiopental; Etom: etomidato; Iso: isoflurano; Sevo: sevoflurano; Inh: inhalatoria; P: parenteral; IND: inducción; MAN: Mantenimiento. 24h: primeras 24 horas tras la extubación.

5.1.1.8. Riesgo relativo

Como ya se ha comentado, el riesgo relativo es la probabilidad de muerte de cada una de las variables estudiadas con respecto a su grupo de referencia.

5.1.1.8.1. Riesgo relativo según la raza

Los perros mestizos alcanzaron un índice de mortalidad del 0,6%. Al ser el grupo más numeroso se tomó como grupo de referencia. Las dos razas puras que presentaron una mayor probabilidad de muerte comparándola con la de los mestizos fueron el Yorkshire Terrier (3,2%), y Labrador (5,9%). No presentaron diferencias estadísticas con respecto a los perros cruzados razas como el Bóxer cuya mortalidad anestésica alcanzó el 1,4%, Cocker Spaniel con un 2,0% de mortalidad, Caniche 1,1% y Pastor Alemán cuyo índice fue del 0,8% (Tabla 9).

Tabla 9. Número de animales, muertes, índice de mortalidad y riesgo relativo de las razas caninas en las que murieron animales.

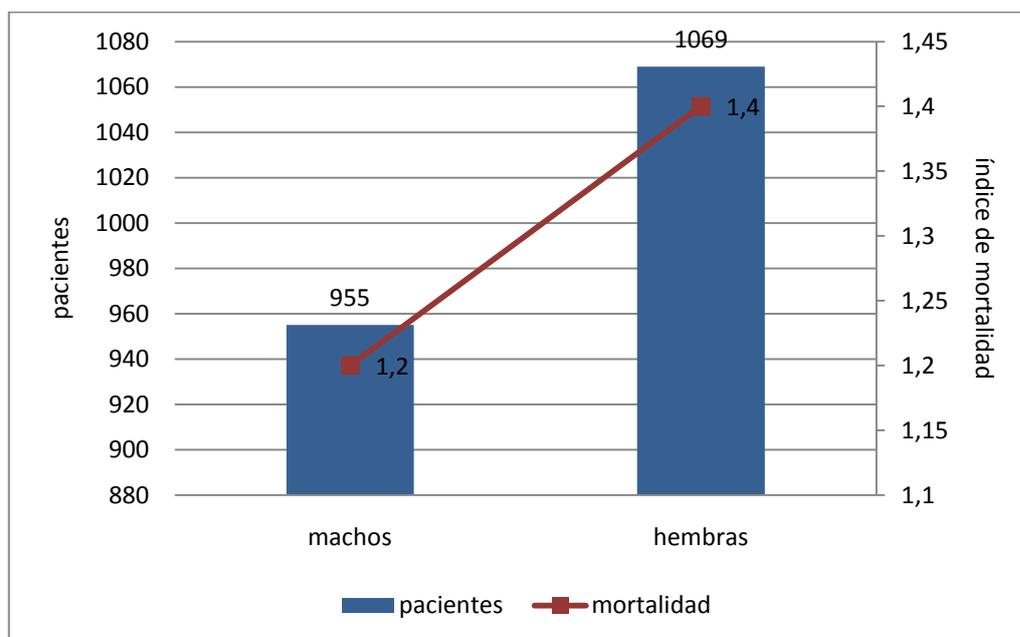
Raza	N	%	muertes	índice mortalidad	OR	estudio estadístico
Mestizos	627	31,0	4	0,6	1,0	referencia
Labrador	34	1,7	2	5,9	9,7	#
Mastín español	27	1,3	1	3,7	6,0	ns
Yorkshire Terrier	186	9,2	6	3,2	5,2	#
Husky siberiano	37	1,8	1	2,7	4,3	ns
Schnauzer	40	2,0	1	2,5	4,0	ns
Cocker Spaniel	102	5,1	2	2,0	3,1	ns
Bóxer	73	3,6	1	1,4	2,2	ns
Caniche	91	4,5	1	1,1	1,7	ns
Pastor alemán	123	6,1	1	0,8	1,3	ns

N: número de animales. %: Porcentaje respecto al total de animales. Muertes: número de animales muertos. OR: riesgo relativo respecto los mestizos. ns: diferencias no significativas. #: diferencias significativas ($p < 0,05$).

5.1.1.8.2. Riesgo relativo según el sexo

Numéricamente, el índice de mortalidad anestésica fue superior en hembras (1,4%) que en machos (1,2%), aunque estadísticamente no hubo diferencias entre ambos sexos (Gráfica 6).

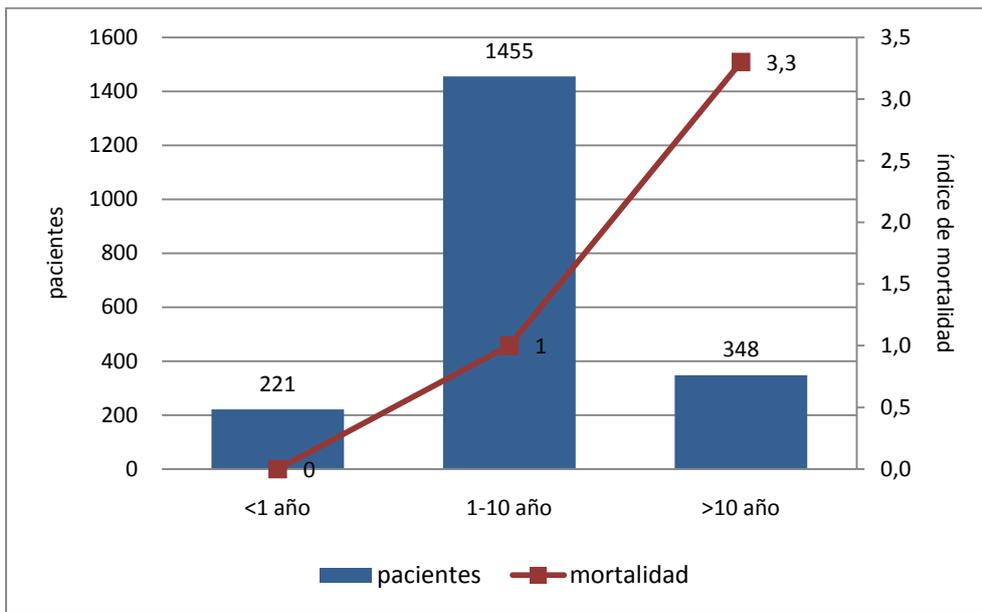
Gráfica 6. Índice de mortalidad según el sexo de los pacientes en los perros.



5.1.1.8.3. Riesgo relativo según la edad

Los pacientes de edad media (1-10 años) se tomaron como grupo de referencia. Los pacientes mayores de 10 años presentaron el mayor índice de mortalidad (3,3%), seguido por los de edad media (1,0%) y por último, los más jóvenes (0,0%). El riesgo relativo de muerte de los animales geriátricos fue 3,2 veces superior que el de los animales de edad media, siendo este dato relevante estadísticamente (Gráfica 7).

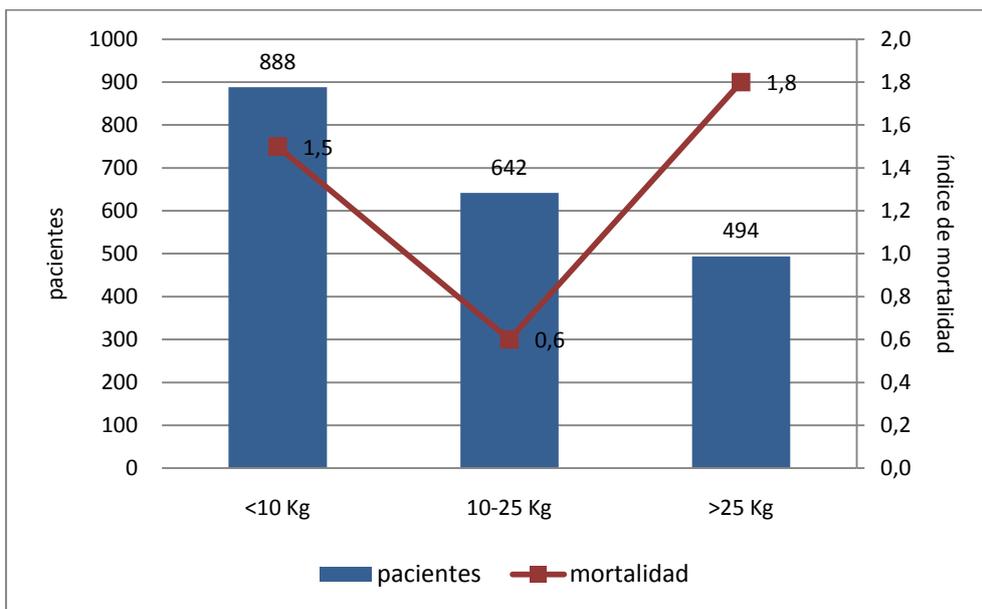
Gráfica 7. Índice de mortalidad según la edad de los pacientes en los perros.



5.1.1.8.4. Riesgo relativo según el peso

En cuanto al peso el grupo que tuvo un mayor índice de mortalidad fue el de los pacientes más pesados (1,8%), seguido de los de menor talla (1,5%) y por último, los de talla media (0,6%). Este último grupo fue el que se tomó como grupo de referencia para valorar el riesgo relativo, pero no hubo diferencias estadísticas significativas entre los tres rangos de peso considerados (Gráfica 8).

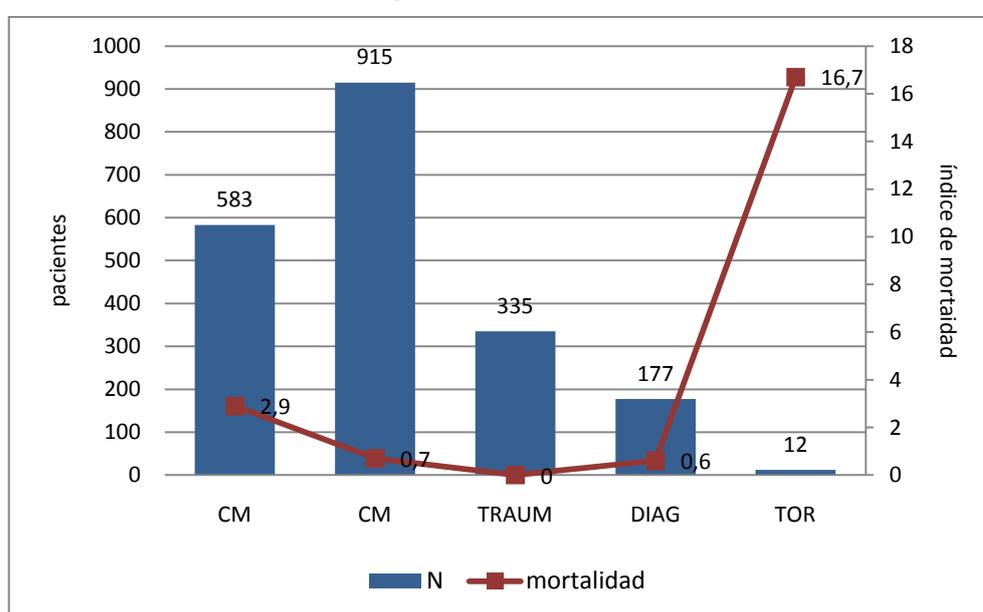
Gráfica 8. Índice de mortalidad según el peso de los pacientes en los perros.



5.1.1.8.5. Riesgo relativo según el tipo de cirugía

De los distintos tipos de intervenciones que se clasificaron la cirugía torácica fue la que registró un mayor índice de mortalidad (16,7%), seguida de la cirugía abdominal (2,9%), la cirugía menor (0,7%) y en último lugar, las procedimientos diagnósticos (0,6%), ya que tanto las intervenciones de traumatología como otros procedimientos no registraron ninguna baja. Comparadas con la cirugía menor, que se tomó como referencia, hubo un aumento del riesgo relativo en la cirugía torácica de 30,11 y en la abdominal de 4,53 veces (Gráfica 9).

Gráfica 9. Índice de mortalidad según tipo de intervención realizada en los perros.



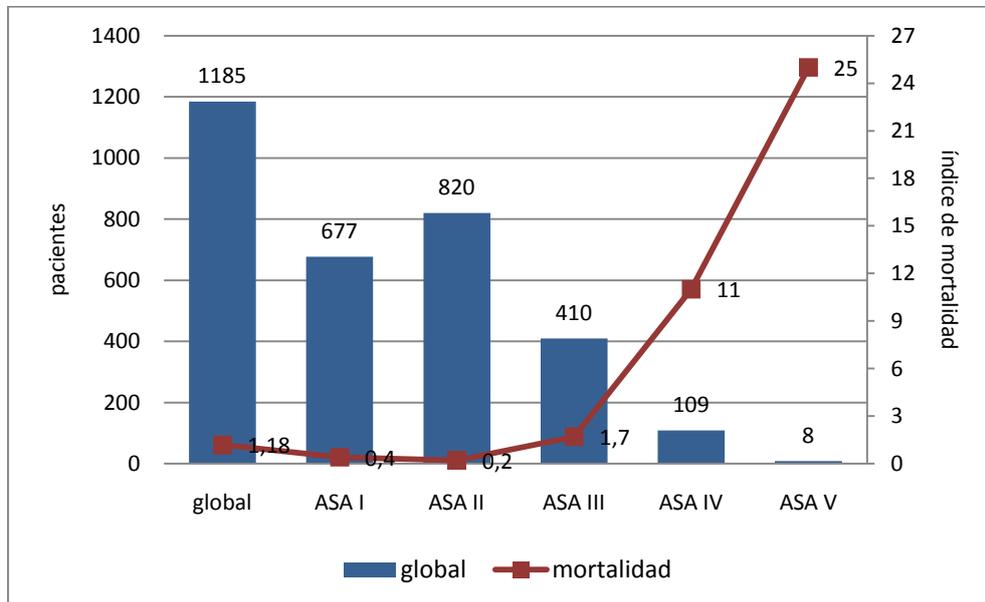
CA: Cirugía Abdominal; CM: Cirugía menor; TRAUM: Cirugía Traumatológica; DIAG: Técnicas Diagnósticas; TOR: Cirugía Torácica; IM: Índice de Mortalidad.

5.1.1.8.6. Riesgo relativo según el grado de riesgo anestésico

Comparados con los ASA I, los pacientes ASA III, IV y V fueron los que presentaron mayores índices de mortalidad y riesgo relativo. Los pacientes ASA V alcanzaron un índice de mortalidad del 25,0% y un riesgo relativo de 75,4; Los ASA IV presentaron un índice de mortalidad de 11,0% y su riesgo relativo fue de 28; En los ASA III se calculó un índice de mortalidad del 1,7%, siendo su riesgo relativo de 3,9; Por último, los ASA II alcanzaron un índice de mortalidad del 0,2% y un riesgo relativo de 0,5, aunque este último grupo no presentó diferencias estadísticas significativas con respecto al grupo ASA I, el cual tuvo una mortalidad de 0,4%, para establecer su mayor probabilidad de

muerte (Gráfica 10). El índice de mortalidad en pacientes de bajo riesgo anestésico (ASA I, II) y de alto riesgo (ASA III, IV y V) fueron, respectivamente, 0,3% y 4,0%.

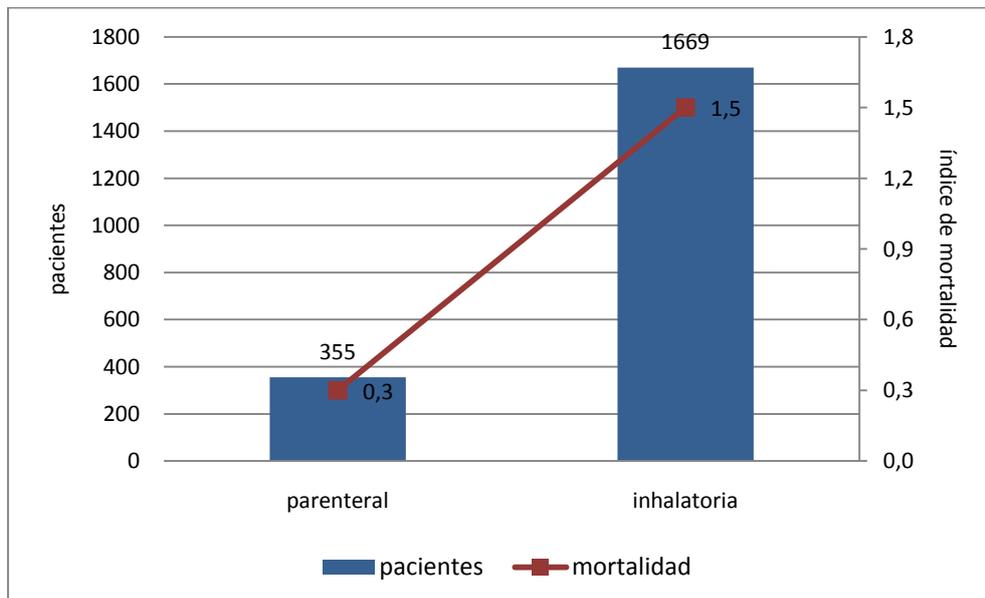
Gráfica 10. Índice de mortalidad según el grado de riesgo anestésico de los perros.



5.1.1.8.7. Riesgo relativo según el tipo de anestesia

El grupo de pacientes anestesiados con anestesia parenteral tuvo un menor índice de mortalidad (0,3%) que aquel que se anestesió con anestesia inhalatoria (1,5%), aunque no hubo diferencias estadísticas entre ambos grupos (Gráfica 11).

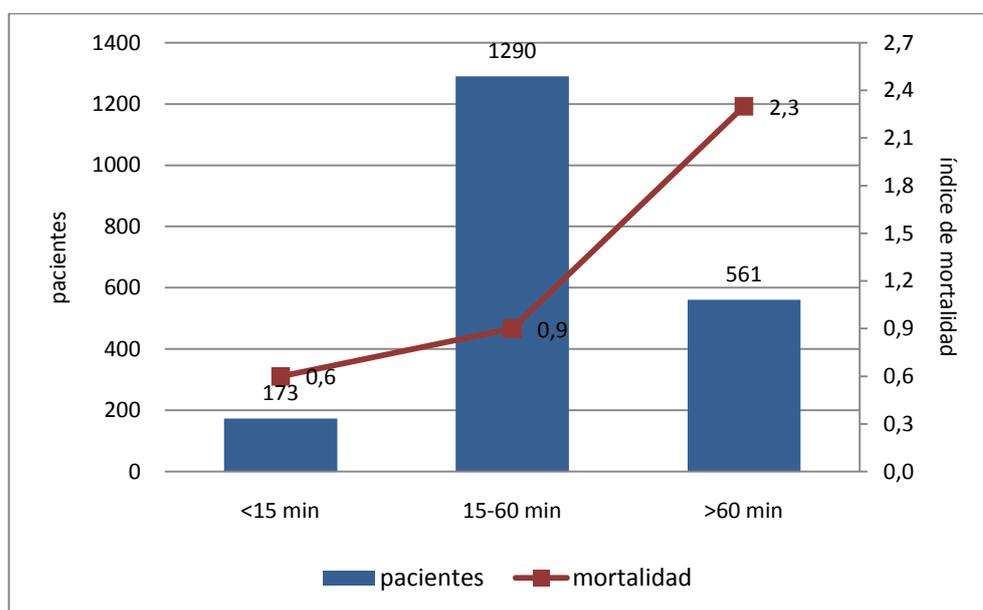
Gráfica 11. Mortalidad según el tipo de anestesia en los perros.



5.1.1.8.8. Riesgo relativo según la duración del procedimiento

Los procedimientos que duraron más de 60 minutos fueron los que presentaron un mayor índice de mortalidad (2,3%), seguidos de los de duración media (0,9%) y por último, los procedimientos cortos que alcanzaron índices de 0,6%. Las anestесias de larga duración tienen el doble de riesgo de muerte (2,5) que las de duración media, que fue tomada como grupo de referencia, mientras que los procedimientos cortos no tuvieron diferencias estadísticas (Gráfica 12).

Gráfica 12. Índice de mortalidad según la duración del procedimiento en los perros.



La Tabla 10 resume los datos demográficos, los índices de mortalidad y el riesgo relativo de nuestras observaciones.

Tabla 10. Datos demográficos, índices de mortalidad y valores de riesgo relativo en el estudio de mortalidad anestésica canina.

	clases	N	%	muerteres	IM	p	sig	OR	IC
sexo	hembras*	1069	52,8	15	1,4%		ref	1,0	
	machos	955	47,2	11	1,2%	0,6	ns	0,8	0,4-1,8
edad	≤ 1 año	221	10,9	0	0,0%		ns	0,0	0,0-0,0
	1-10 años*	1455	71,9	15	1,0%		ref	1,0	
	> 10 años	348	17,2	11	3,3%		#	3,2	1,4-6,9
peso	≤ 10 Kg.	888	43,9	13	1,5%		ns	2,4	0,8-7,3
	10-25 Kg.*	642	31,7	4	0,6%		ref	1,0	
	>25 Kg.	494	24,4	9	1,8%		ns	3,0	0,9-9,7
motivo	cir. menor*	915	45,2	6	0,7%		ref	1,0	
	cir. abdominal	583	28,8	17	2,9%		#	4,5	1,7-10
	diagnóstico	177	8,7	1	0,6%		ns	0,9	0,1-7,2
	traumatología	335	16,6	0	0,0%		ns	0,0	0,0-0,0
	cir. torácica	12	0,6	2	16,7%		#	30,1	5,4-168,8
	otras	2	0,1	0	0,0%		ns	0,0	0,0-0,0
ASA	I*	677	33,4	3	0,4%		ref	1,0	
	II	820	40,5	2	0,2%		ns	0,5	0,1-3,3
	III	410	20,3	7	1,7%		#	3,9	1,0-15,2
	IV	109	5,4	12	11,0%		#	28	7,7-100,3
	V	8	0,4	2	25,0%		#	75,4	10,5-532,4
tipo	parenteral*	355	17,5	1	0,3%		ref	1,0	
	inhalatoria	1669	82,5	25	1,5%		ns	5,4	0,73-40,0
duración	≤ 15 min.	173	8,5	1	0,6%		ns	0,6	0,2-12,5
	15-60 min.*	1290	63,7	12	0,9%		ref	1,0	
	> 60 min.	561	27,7	13	2,3%		#	2,3	1,1-5

N: número de animales. %: Porcentaje respecto al total de animales. Muertes: número de animales muertos. IM: Índice de mortalidad; OR: riesgo relativo. ns: diferencias no significativas. #: Diferencias significativas ($p < 0,05$). El riesgo relativo de cada categoría fue expresado en función de la categoría de referencia, que se ha señalado con un asterisco (*) y la cual toma el valor 1.

5.1.1.8.9. Riesgo relativo según los fármacos anestésicos empleados

Se realizó un estudio univariante para evaluar el efecto de cada uno de los fármacos anestésicos de los diversos protocolos en la mortalidad anestésica:

Ninguno de los sedantes mostró variaciones en la mortalidad anestésica. De los anestésicos utilizados en la inducción se observó que sólo el **etomidato** presentó un mayor índice de mortalidad (12,9%) con un riesgo relativo de muerte de 13,3 frente a aquellos perros en los que no se había empleado este fármaco.

En el mantenimiento fue el **isofluorano** el fármaco que presentó una mayor mortalidad anestésica (1,8%) con un riesgo relativo de muerte de 3,7 frente a los animales en los que no fue empleado.

Como analgésicos se observó que el empleo de **AINE en el preoperatorio, intraoperatorio y postoperatorio** provocaba un descenso de la mortalidad anestésica. Los AINE que se emplearon en el preoperatorio supusieron una reducción en la mortalidad de 0,3 con respecto a los animales en los que no fueron utilizados, en el caso del uso intraoperatorio esta reducción fue del 0,3 y en el postoperatorio del 0,2.

Las Tabla 11 y Tabla 12 muestran los resultados del análisis univariante de los fármacos empleados.

Tabla 11. Datos del uso de los distintos fármacos anestésicos, índices de mortalidad y valores de riesgo relativo en el estudio de mortalidad anestésica canina.

Fármaco	Uso	N	%	muerdes	IM	p	sig	OR	IC
S_ACP	si	434	21,4	3	1,4	0,2	ns	0,5	0,1-1,6
	no*	1590	78,6	23	0,7		ref	1,0	
S_BNZ	si	547	27,0	11	2,0	0,1	ns	2,0	0,9-4,4
	no*	1477	73,0	15	1,0		ref	1,0	
S_MED	si	1225	60,5	12	1,0	0,1	ns	0,6	0,3-1,2
	no*	799	39,5	14	1,8		ref	1,0	
S_XIL	si	6	0,3	0	0,0	1,0	ns	1,0	1,0-1,0
	no*	2018	99,7	26	1,3		ref	1,0	
I_P	si	1455	71,9	18	1,2	0,8	ns	0,9	0,4-2,0
	no*	569	28,1	8	1,4		ref	1,0	
I_TP	si	253	12,5	2	0,8	0,8	ns	0,6	0,1-2,5
	no*	1771	87,5	24	1,4		ref	1,0	
I_K	si	240	11,9	2	0,8	0,8	ns	0,6	0,1-2,6
	no*	1784	88,1	24	1,3		ref	1,0	
I_ETO	si	31	1,5	4	12,9	0,0	#	13,3	4,3-41,1
	no*	1993	98,5	22	1,1		ref	1,0	
I_INH	si	31	1,5	1	3,2	0,3	ns	2,6	0,3-20,0
	no*	1993	98,5	25	1,3		ref	1,0	
I_BZOP	si	315	15,6	7	2,2	0,2	ns	2,0	0,8-4,9
	no*	1709	84,4	19	1,1		ref	1,0	
M_IS	si	1217	60,1	22	1,8	0,0	#	3,7	1,3-10,8
	no*	807	39,9	4	0,5		ref	1,0	
M_SEV	si	294	14,5	3	1,0	1,0	ns	0,8	0,2-2,6
	no*	1730	85,5	23	1,3		ref	1,0	
M_HAL	si	150	7,4	0	0,0	0,3	ns	0,9	0,9-0,9
	no*	1874	92,6	26	1,4		ref	1,0	
M_P	si	297	14,7	1	0,3	0,2	ns	0,2	0,0-1,7
	no*	1727	85,3	25	1,4		ref	1,0	
M_K	si	48	2,4	0	0,0	1,0	ns	1,0	1,0-1,0
	no*	1976	97,6	26	1,3		ref	1,0	
M_TP	si	10	0,5	0	0,0	1,0	ns	1,0	1,0-1,0
	no*	2014	99,5	26	1,3		ref	1,0	
M_ET	si	2	0,1	0	0,0	1,0	ns	1,0	1,0-1,0
	no*	2022	99,9	26	1,3		ref	1,0	

N: número de veces que ha sido utilizado, o no, un fármaco. %: Porcentaje respecto al total de fármacos. Muertes: número de animales muertos en los que ha sido empleado el fármaco. IM: Índice de mortalidad; p: valor para el test de Chi-cuadrado; el valor de p en cursiva indica que se realizó el test de Fisher; OR: riesgo relativo. ns: diferencias no significativas. #: Diferencias significativas ($p < 0,05$). El riesgo relativo de cada categoría fue expresado en función de la categoría de referencia, que se ha señalado con un asterisco (*) y la cual toma el valor 1. IC: intervalo de confianza al 95%. S_ACP: sedación acepromacina; S_BNZ: sedación benzodiazepinas; S_MED: sedación medetomidina; S_XIL: sedación xilacina; I_P: inducción propofol; I_TP: inducción tiopental; I_K: inducción ketamina; I_ETO: inducción etomidato; I_INH: inducción agentes inhalatorios; I_BZOP: inducción benzodiazepinas con opioides; M_IS: mantenimiento isoflurano; M_SEV: mantenimiento sevoflurano; M_HAL: mantenimiento halotano; M_P: mantenimiento propofol; M_K: mantenimiento ketamina; M_TP: mantenimiento tiopental; M_ET: mantenimiento etomidato;

Tabla 12. Datos del uso de los distintos fármacos analgésicos, índices de mortalidad y valores de riesgo relativo para cada categoría en el estudio de mortalidad anestésica canina.

Fármaco	Uso	N	%	muerres	IM	p	sig	OR	IC
AP_NAP	si	1578	78,0	20	1,3	0,9	ns	0,9	0,4-2,4
	no*	446	22,0	6	1,3		ref	1,0	
AP_BUTBUP	si	228	11,3	3	1,3	1,0	ns	1,0	0,3-3,5
	no*	1796	88,7	23	1,3		ref	1,0	
AP_AINE	si	662	32,7	3	0,5	0,0	#	0,3	0,1-0,9
	no*	1362	67,3	23	1,7		ref	1,0	
APO_NAP	si	434	21,4	5	1,2	0,8	ns	0,9	0,3-2,3
	no*	1590	78,6	21	1,3		ref	1,0	
APO_BUTBUP	si	656	32,4	9	1,4	0,8	ns	1,1	0,4-2,5
	no*	1368	67,6	17	1,2		ref	1,0	
APO_AINE	si	811	40,1	3	0,4	0,0	#	0,2	0,1-0,6
	no*	1213	59,9	23	1,9		ref	1,0	
AI_AINE	si	678	33,5	3	0,4	0,0	#	0,3	0,1-0,9
	no*	1346	66,5	23	1,7		ref	1,0	
AI_BUTBUP	si	228	11,3	3	1,3	1,0	ns	1,0	0,3-3,5
	no*	1796	88,7	23	1,3		ref	1,0	
AI_CRI	si	231	11,4	6	2,6	0,1	ns	2,4	0,9-5,9
	no*	1793	88,6	20	1,1		ref	1,0	
AI_LOCAL	si	69	3,4	1	1,4	0,6	ns	1,1	0,2-8,5
	no*	1955	96,6	25	1,3		ref	1,0	
AI_NAP	si	1712	84,6	22	1,3	1,0	ns	1,0	0,3-2,9
	no*	312	15,4	4	1,3		ref	1,0	

N: número de veces que ha sido utilizado, o no, un fármaco. %: Porcentaje respecto al total de fármacos. Muertes: número de animales muertos en los que ha sido empleado el fármaco. IM: Índice de mortalidad; p: valor para el test de Chi-cuadrado; el valor de p en *cursiva* indica que se realizó el test de Fisher; OR: riesgo relativo. ns: diferencias no significativas. #: Diferencias significativas ($p < 0,05$). El riesgo relativo de cada categoría fue expresado en función de la categoría de referencia, que se ha señalado con un asterisco (*) y la cual toma el valor 1. IC: intervalo de confianza al 95%. AP_NAP: analgesia preoperatoria con narcóticos agonistas puros; AP_BUTBUP: analgesia preoperatoria con butorfanol y/o buprenorfina; AP_AINE: analgesia preoperatoria antiinflamatorios no esteroideos; APO_NAP: analgesia postoperatoria con narcóticos agonistas puros; APO_BUTBUP: analgesia postoperatoria con butorfanol y/o buprenorfina; APO_AINE: analgesia postoperatoria antiinflamatorios no esteroideos; AI_AINE: analgesia intraoperatoria antiinflamatorios no esteroideos; AI_BUTBUP: analgesia intraoperatoria con butorfanol y/o buprenorfina; AI_CRI: analgesia intraoperatoria con fármacos a infusión constante (morfina, ketamina, lidocaína); AI_LOCAL: analgesia intraoperatoria con técnicas de anestesia locorregional; AI_NAP: analgesia preoperatoria con narcóticos agonistas puros.

5.1.2. Estudio multivariante

El objetivo principal de la regresión logística binaria es el de modelar cómo influye en la probabilidad de aparición de un suceso, habitualmente dicotómico, la presencia o no de diversos factores y el valor o nivel de los mismos. En nuestro estudio, este suceso es la muerte del paciente.

5.1.2.1. Mortalidad perianestésica

En primer lugar hemos estudiado la relación entre la mortalidad perianestésica y las variables relacionadas con la reseña y el procedimiento. Los resultados se han presentado como riesgos relativos (*odds ratio*) e intervalos de confianza del 95%.

Las variables que demuestran su relación con la mortalidad son el riesgo anestésico y el uso de antiinflamatorios no esteroideos en el postoperatorio (Tabla 13). En el caso del riesgo anestésico, los pacientes ASA III y IV tienen una probabilidad de muerte superior a los ASA I (0,4% vs 1,7% y 11,0% respectivamente). Los pacientes ASA III y ASA IV mostraron un riesgo 4,1 y 29,1 veces superior al de los pacientes ASA I. Los perros ASA II no tienen diferencias significativas con los de menor riesgo anestésico.

Así mismo, el uso de AINE postoperatorios reduce la mortalidad (0,4% vs 1,9%). La mortalidad de los pacientes en los que se empleó AINE postoperatorios es 0,2 veces la de aquellos en los que no se emplearon.

Tabla 13. Variables significativas que quedan en la ecuación de regresión logística en el estudio de mortalidad perianestésica canina.

		B	E.T.	Wald	gl	p	OR ¹	I.C. 95,0%	
								Inferior	Superior
ASA				46,54	3	0,00			
	ASA I*						1,00		
	ASA II	-0,546	0,915	0,356	1	0,55	0,58	0,096	3,481
	ASA III	1,411	0,694	4,135	1	0,04	4,10	1,052	15,982
	ASA IV	3,372	0,658	26,27	1	0,00	29,13	8,023	105,744
APO_AINE									
	usado	-1,596	0,627	6,483	1	0,011	0,203	0,059	0,693
	no usado*						1,00		
	Const	-5,057	0,583	75,23	1	0,000	0,006		

¹ El riesgo relativo (OR) de cada categoría fue expresado en función de la categoría de referencia, que se ha señalado con un asterisco (*) y la cual toma el valor 1. Diferencias significativas ($p < 0,05$). IC: intervalo de confianza al 95%. ASA: riesgo anestésico; APO_AINE: uso de antiinflamatorios no esteroideos en el postoperatorio. Inf.: inferior. Sup.: superior.

5.1.2.2. Mortalidad intraoperatoria

La única variable que influye en que un animal muera o no durante la anestesia es el ASA. Los pacientes ASA I, II y III, no tienen diferencias entre sí, mientras que los ASA IV

presentan una probabilidad de muerte 20,8 veces superior a los ASA I, grupo que se tomó como referencia (Tabla 14).

Tabla 14. Variables significativas que quedan en la ecuación de regresión logística en el estudio de mortalidad intraoperatoria canina.

		B	E.T.	Wald	gl	p	OR ¹	I.C. 95,0%	
ASA								Inferior	Superior
				11,641	3	0,009			
	ASA I						1,00		
	ASA II	-0,197	1,415	0,019	1	0,890	0,822	0,051	13,159
	ASA III	-14,693	2002,155	0,000	1	0,994	0,000	0,000	.
	ASA IV	3,034	1,160	6,844	1	0,009	20,784	2,140	201,809
	Constante	-6,510	1,001	42,320	1	0,000	0,001		

¹ El riesgo relativo (OR) de cada categoría fue expresado en función de la categoría de referencia, que se ha señalado con un asterisco (*) y la cual toma el valor 1. Diferencias significativas ($p < 0,05$). IC: intervalo de confianza al 95%. ASA: riesgo anestésico.

5.1.2.3. Mortalidad postoperatoria

Nuevamente la probabilidad de muerte de los pacientes ASA III y ASA IV es superior a la de los ASA I.

Además, el modelo indica que varios fármacos empleados en el protocolo anestésico influyen en la supervivencia postoperatoria. Así pues, el empleo de narcóticos agonistas puros en el preoperatorio y el uso postoperatorio de antiinflamatorios no esteroideos reducen la probabilidad de muerte 0,3 veces en ambos casos. Por el contrario, el mantenimiento con isoflurano o la infusión continua de medetomidina, lidocaína y ketamina durante el mantenimiento supone un aumento en la mortalidad postanestésica. Los perros en los que fue empleado el isoflurano durante el mantenimiento anestésico mueren 5,2 veces más que aquellos en los que no se emplea. El uso de infusiones continuas de medetomidina, lidocaína y ketamina durante el mantenimiento provocan una mortalidad 3,2 veces superior a la de las intervenciones en las que no han sido empleadas (Tabla 15).

Tabla 15. Variables significativas que quedan en la ecuación de regresión logística en el estudio de mortalidad postoperatoria canina.

		B	E.T.	Wald	gl	p	OR ¹	I.C. 95,0% OR	
								Inferior	Superior
ASA				30,831	3	0,000			
	ASA I						1,00		
	ASA II	-0,96	1,231	0,604	1	0,437	0,384	0,034	4,286
	ASA III	1,605	0,813	3,898	1	0,048	4,976	1,012	24,473
	ASA IV	3,372	0,810	17,318	1	0,000	29,134	5,953	142,589
M_IS									
	no						1,00		
	usado	1,655	0,777	4,536	1	0,033	5,231	1,141	23,982
AP_NAP									
	no						1,00		
	usado	-1,37	0,569	5,820	1	0,016	0,254	0,083	0,773
AI_CRI									
	no						1,00		
	usado	1,153	0,565	4,171	1	0,041	3,169	1,048	9,587
APO_AINE									
	no						1,00		
	usado	-1,26	0,652	3,740	1	0,053	0,283	0,079	1,017
Constante		-5,91	0,975	36,680	1	0,000	0,003		

¹ El riesgo relativo (OR) de cada categoría fue expresado en función de la categoría de referencia, que se ha señalado con un asterisco (*) y la cual toma el valor 1. Diferencias significativas ($p < 0,05$). IC: intervalo de confianza al 95%. ASA: riesgo anestésico; M_IS: mantenimiento isoflurano; AP_NAP: analgesia preoperatoria con narcóticos agonistas puros; AI_CRI: analgesia intraoperatoria con infusión constante (ketamina, morfina, lidocaína); APO_AINE: analgesia postoperatoria con antiinflamatorios no esteroideos.

5.2. Mortalidad anestésica felina

5.2.1. Análisis univariante

5.2.1.1. Datos demográficos

Se han estudiado 658 anestесias en gatos, de las cuales 449 han sido llevadas a cabo en hembras y 209 en machos. En cuanto a las razas, el grupo más numeroso ha sido el de los felinos Comunes Europeos, sumando un total de 540 animales, seguidos por los Siameses, que han alcanzado los 55, y los Persas, que fueron 52 animales (Gráfica 13). La edad media de los pacientes fue de $3,7 \pm 3,9$ años, y su peso medio $3,6 \pm 2,3$ Kg. El resumen de los datos demográficos aparece en la Tabla 16.

Gráfica 13. Principales razas felinas que participaron en el estudio y número de individuos de cada una.

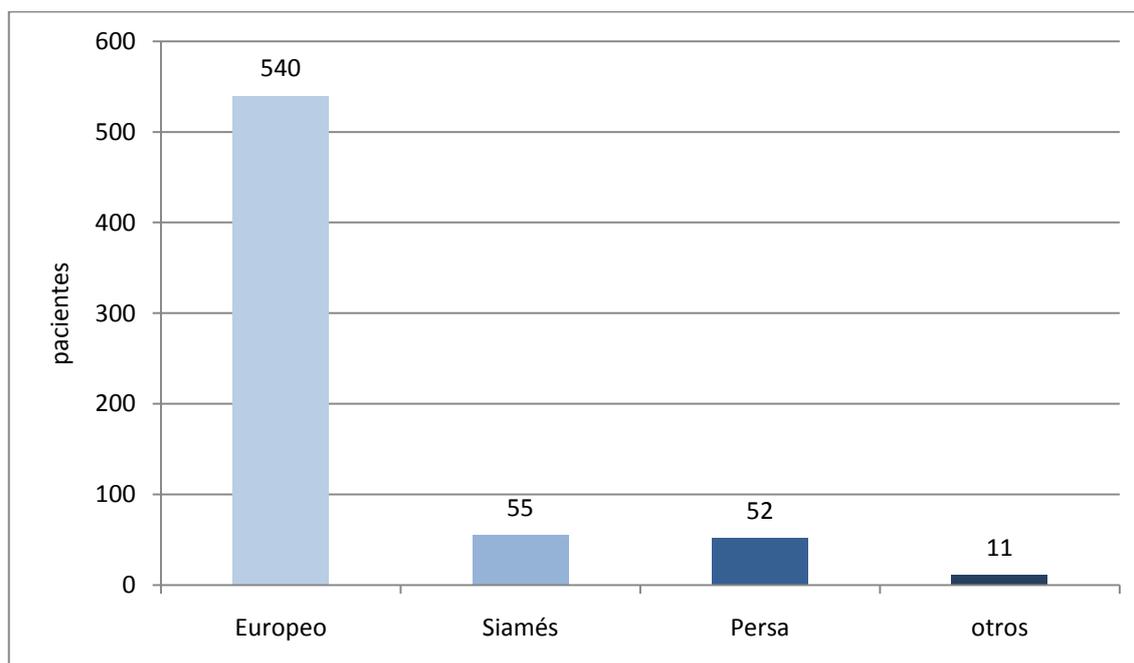


Tabla 16. Datos demográficos, índices de mortalidad y valores de riesgo relativo para cada categoría en el estudio de mortalidad anestésica felina.

	clases	N	%	muertes	mortalidad	sig	OR	IC
sexo	hembras*	449	68,2	7	1,6	referencia	1,0	
	machos	209	31,8	5	2,4	ns	1,5	0,5-4,9
edad	≤ 1 año	122	18,5	0	0,0	ns	0	0,0-0,0
	1-10 años*	482	73,3	11	2,3	referencia	1,0	
	> 10 años	54	8,2	1	8,3	ns	0,8	1,0-6,4
tipo anestesia	parenteral*	240	36,5	3	1,3	referencia	1,0	
	inhalatoria	418	63,5	9	2,2	ns	0,6	0,2-2,1
duración anestesia	≤ 15 min.	81	12,3	1	1,2	ns	1,3	1,0-6,4
	15-60 min.*	432	65,7	7	1,6	referencia	1	
	> 60 min.	145	22,0	4	2,8	ns	0,6	1,7-2,0
motivo de la anestesia	cirugía abdominal *	329	50,0	3	0,9	referencia	1,0	
	cirugía menor	216	32,8	1	0,5	ns	0,5	0,1-4,9
	diagnóstico	38	5,8	3	7,9	#	9,3	1,8-47,9
	traumatología	61	9,3	4	6,6	#	7,6	1,7-35,0
	cirugía torácica	6	0,9	1	16,7	#	21,8	1,9-246,7
	otras Intervenciones	8	1,2	0	0,0	ns	0,0	0,0-0,0
ASA	I	335	50,9	0	0,0	#	0,0	0,0-0,0
	II*	186	28,3	4	2,2	referencia	1,0	
	III	103	15,7	4	3,9	ns	1,8	0,5-7,5
	IV	30	4,6	2	6,7	ns	3,3	0,6-18,6
	V	4	0,6	2	50,0	#	45,5	5,1-409,0

N: número de animales. %: Porcentaje respecto al total de animales. Muertes: número de animales muertos. Mortalidad: Índice de mortalidad; OR: riesgo relativo. ns: diferencias no significativas. #: Diferencias significativas ($p < 0,05$). El riesgo relativo de cada categoría fue expresado en función de la categoría de referencia, que se ha señalado con un asterisco (*) y la cual toma el valor 1.

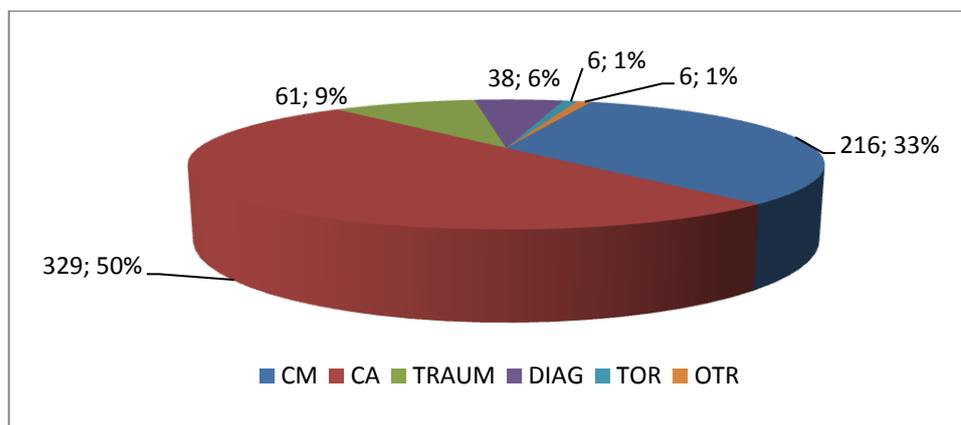
A continuación se van a exponer los resultados obtenidos en los pacientes de la especie felina, atendiendo a las clasificaciones descritas en el apartado de material y métodos.

5.2.1.2. Motivo de anestesia

El mayor número de intervenciones correspondió a la cirugía abdominal, que constituyó un 50% de los casos (329 pacientes); las cirugías más frecuentes fueron las OHT,

piometras, cesáreas y laparotomías exploratorias. El segundo lugar lo ocupó la cirugía menor, que supuso el 32,8% de los casos anestesiados (216 pacientes); las operaciones más comunes fueron orquidectomías, intervenciones odontológicas, oniquectomías y mastectomías. En tercer lugar se encontraron las cirugías traumatológicas, que constituyeron el 9,3% del total de intervenciones (61 pacientes); las cirugías más realizadas fueron la resolución de fracturas de fémur y de tibia y peroné, la amputación de extremidades y la resolución de fracturas de cadera. Las técnicas diagnósticas aparecieron en cuarto lugar, alcanzando el 5,8% (38 pacientes); los motivos más frecuentes fueron la realización de radiografías, TAC, lavados traqueales y endoscopias. Otros procedimientos, como por ejemplo la anestesia para peluquería, constituyeron el 1,2% del total (8 pacientes). En última instancia las cirugías torácicas, cómo las hernias diafragmáticas y la colocación de drenajes torácicos que supusieron un 0,9% (6 pacientes). Estos resultados quedan reflejados en la Gráfica 14.

Gráfica 14. Porcentaje de intervenciones según el motivo de la anestesia en los gatos.

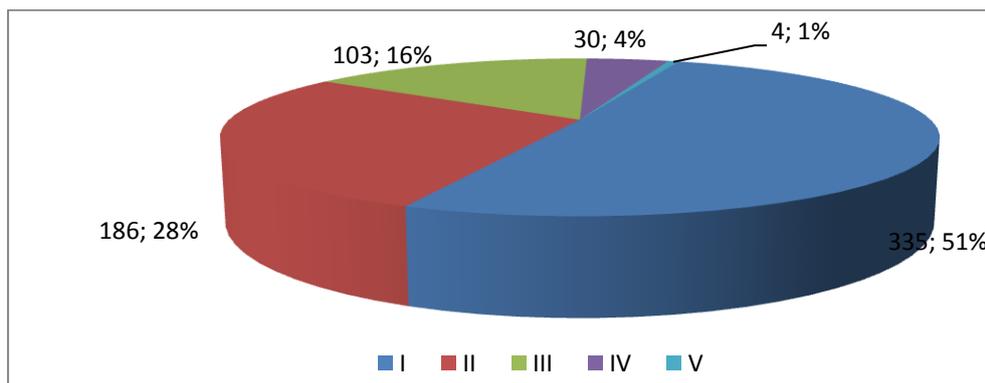


CM: Cirugía menor; CA: Cirugía Abdominal; TRAUM: Traumatología; DIAG: Técnicas Diagnósticas; TOR: Cirugía Torácica; OTR: Otras intervenciones.

5.2.1.3. ASA

El riesgo anestésico más frecuente de los pacientes anestesiados fue el ASA I, que constituyó el 50,9% de los casos (335 gatos), seguido del ASA II, que supuso un 28,3% (186 pacientes), mientras que los ASA III alcanzaron un 15,7% (103 pacientes), los ASA IV un 4,6% (30 pacientes), y por último, los ASA V sumaron un 0,6% (4 pacientes). En consecuencia, el número de gatos de bajo riesgo intervenidos alcanzó el 79,18% (521 pacientes) y el de alto riesgo fue un 20,82% (137 pacientes). Estos resultados quedan reflejados en la Gráfica 15.

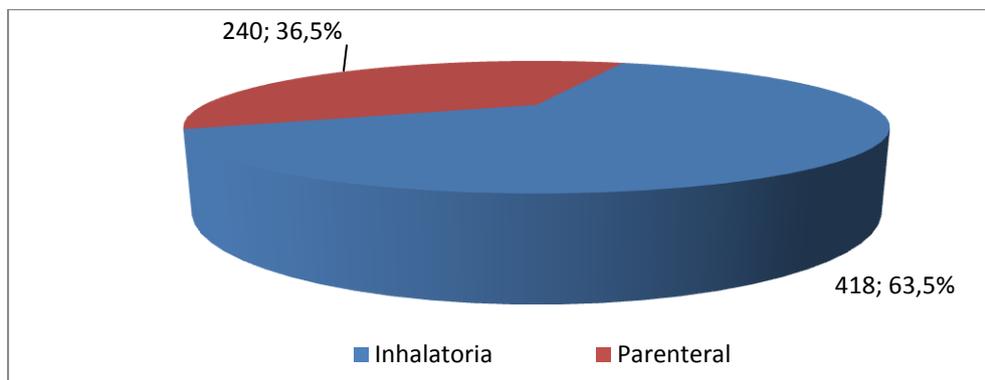
Gráfica 15. Porcentaje de pacientes según el riesgo anestésico en los gatos.



5.2.1.4. Tipo de anestesia

La anestesia inhalatoria se ha utilizado en un 63,5% de los casos (418 pacientes), siendo la más utilizada, mientras que la anestesia parenteral se empleó en el 36,5% restante (240 gatos). Estos resultados quedan reflejados en la Gráfica 16.

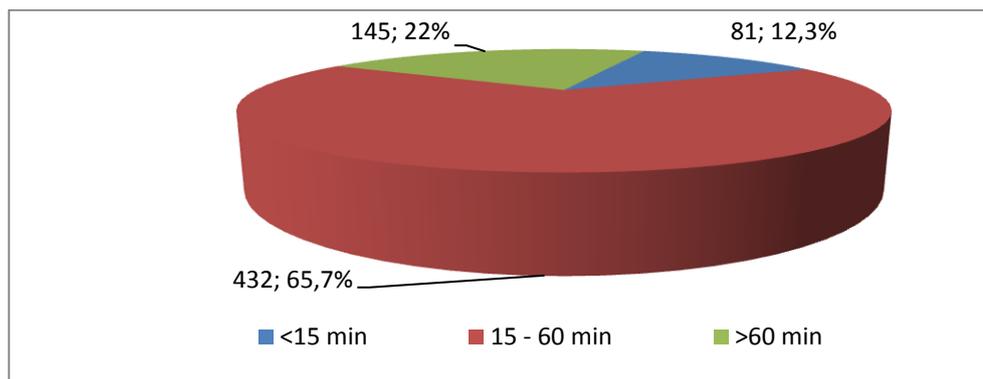
Gráfica 16. Porcentaje de los tipos de mantenimiento anestésico en los gatos.



5.2.1.5. Duración del procedimiento

La duración de la anestesia comprendió principalmente entre 15 y 60 minutos constituyendo el 65,7% de los casos (432 anestесias). El segundo lugar lo ocuparon las intervenciones de más de 60 minutos, que supusieron un 22% (145 anestесias) y en último lugar, se encuentran aquellas anestесias que duraron menos de 15 minutos, las cuales representan el 12,3% restante (81 anestесias). Estos resultados quedan reflejados en la Gráfica 17.

Gráfica 17. Clasificación de los procedimientos anestésicos según su duración en los gatos.



5.2.1.6. Protocolo anestésico

En lo que respecta a los procedimientos anestésicos se empleó fluidoterapia en 514 pacientes (78,2%), se intubaron 456 (69,3%), se administró oxígeno en 494 ocasiones (75,1%) y se utilizó ventilación mecánica controlada en 104 intervenciones (15,8%) (Tabla 17).

Tabla 17. Procedimientos anestésicos en los gatos.

procedimiento	Nº de veces utilizado
Fluidoterapia	514
Intubación	456
Oxigenoterapia	494
Ventilación mecánica	104

Al igual que ocurría en la especie canina se emplearon protocolos anestésicos muy diversos. A continuación exponemos los fármacos más utilizados según cada fase anestésica.

5.2.1.6.1. Sedación

Durante la fase de sedación el fármaco más empleado fue la medetomidina que se utilizó en 574 casos, seguida por el midazolam que se empleó en 116 intervenciones y por último, la acepromacina que fue utilizada en 48 ocasiones (Tabla 18).

Tabla 18. Fármacos más empleados durante la sedación en los gatos.

Sedante	Nº de veces utilizado
Medetomidina	574
Midazolam	116
Acepromacina	48

5.2.1.6.2. Inducción

En la inducción los anestésicos más utilizados fueron el propofol en 376 anestесias, la ketamina en 275 intervenciones, el isoflorano fue empleado 45 veces y por último la combinación de benzodiazepinas y opiáceos fue empleada en 34 ocasiones (Tabla 19).

Tabla 19. Fármacos más usados durante la inducción en los gatos.

Hipnótico	Nº de veces utilizado
Propofol	376
Ketamina	275
Isoflorano	45
Bnz + Opiac.	34

Bnz + Opiac.= Benzodiazepinas y Opiáceos.

5.2.1.6.3. Mantenimiento

En el mantenimiento el agente anestésico empleado mayoritariamente fue el isoflorano en 270 intervenciones, el segundo lugar lo ocupa la ketamina empleada en 163 ocasiones, posteriormente el sevoflorano fue utilizado en 125 anestесias y por último, el propofol se empleó en 76 intervenciones (Tabla 20).

Tabla 20. Fármacos más empleados durante el mantenimiento en los gatos.

Hipnótico	Nº de veces utilizado
Isoflurano	270
Ketamina	163
Sevoflurano	125
Propofol	76

5.2.1.6.4. Analgesia

Los protocolos analgésicos fueron similares a los empleados en perros. En el preoperatorio, la morfina fue el opioide más administrado, utilizado en 203 anestias y el meloxicam el AINE más empleado, haciendo uso de él en 144 ocasiones. Intraoperatoriamente la morfina continuó siendo el analgésico más empleado, 161 veces. En el postoperatorio, la buprenorfina se empleó en 166 ocasiones y se mantuvo el meloxicam como el AINE más empleado también en el postoperatorio, utilizándose 155 veces (Tabla 21).

Tabla 21. Fármacos más empleados en la analgesia perioperatoria en los gatos.

Analgésico	preoperatorio	intraoperatorio	postoperatorio
Butorfanol	57	0	18
Buprenorfina	37	0	170
Morfina	207	12	89
Fentanilo	23	121	5
Petidina	176	7	5
Remifentanilo	0	47	0
Meloxicam	154	0	153
Carprofeno	30	0	43
Ác. Tolfenám	8	0	66
CRI (medet)	0	10	0
CRI (ketam)	0	26	0
Epidural	0	9	0

5.2.1.7. Índice de mortalidad y momento de la muerte

De las 658 anestias estudiadas se han producido 12 muertes, lo que supone un índice de mortalidad del 1,82%. La descripción de los pacientes que murieron aparece en la Tabla 22. Murió un paciente en la inducción, otro en el mantenimiento y 10 en las primeras 24 horas tras la extubación, lo que supone que el 17% de las muertes fueron intraoperatorias y el 83% postoperatorias. Además, otros 6 fueron eutanasiados en diferentes momentos del procedimiento debido al mal pronóstico de las patologías que presentaban. Los índices de mortalidad parciales de las clases consideradas aparecen en la Tabla 16.

Tabla 22. Detalles de los gatos que murieron.

Raza	sexo	edad	peso	motivo	ASA	protocolo	tipo	O ₂	muerte
Europeo	M	12	3,5	fractura tibia	II	MedPSevo	Inh	Sí	24h
Europeo	M	12	3,5	fractura tibia	II	MedPSevo	lhn	Sí	24h
Persa	M	96	4	laparotomía exploratoria	V	DzKK	P	Sí	24h
Europeo	H	60	3	broncoscopia	IV	FentMdP	P	Sí	IND
Europeo	H	18	1,8	exéresis cabeza fémur	II	MedPSevo	Inh	Sí	24h
Europeo	H	132	2	mastectomía	III	MedKK	P	No	24h
Europeo	H	36	4	OHT	IV	MedKlso	Inh	Sí	24h
Europeo	M	24	4	drenaje torácico	III	Piso	Inh	Sí	MAN
Europeo	H	12	3,5	lavado traqueal	III	MedPSevo	Inh	Sí	24h
Europeo	M	48	5,5	rotura vejiga	V	MedEtomFentDzIso	Inh	Sí	24h
Europeo	H	12	3,2	lavado traqueal	III	MedPSevo	Inh	Sí	24h
Europeo	H	12	4	fractura fémur	II	PIso	Inh	Sí	24h

H: hembra; M: macho; OHT: ovariectomía; O₂: oxigenoterapia; Md: midazolam; Med: medetomidina; Dz: diazepam; Fent: fentanilo; P: propofol; K: ketamina; Etom: etomidato; Iso: isoflurano; Sevo: sevoflurano; Inh: inhalatoria; P: parenteral; IND: inducción; MAN: Mantenimiento. 24h: primeras 24 horas tras la extubación.

5.2.1.8. Riesgo relativo

El riesgo relativo es la probabilidad de resultar afectado un grupo (en nuestro caso gatos que mueren a causa de la anestesia) respecto a la probabilidad de resultar afectado el

grupo de referencia. A continuación vamos a describir el riesgo relativo de las principales variables estudiadas en la especie felina.

5.2.1.8.1. Riesgo relativo según la raza

Los felinos comunes europeos alcanzaron el índice de mortalidad más elevado 2,0%, y al ser el grupo más numeroso fue el que se tomó como grupo de referencia. De las razas puras sólo se registraron muertes en los Persas, que alcanzaron un índice de mortalidad de 1,9%. A pesar de ello no se detectaron diferencias estadísticas significativas comparándolos con el grupo de referencia (Tabla 23).

Tabla 23. Número de animales, muertes, índice de mortalidad y riesgo relativo de las razas más representadas en la muestra.

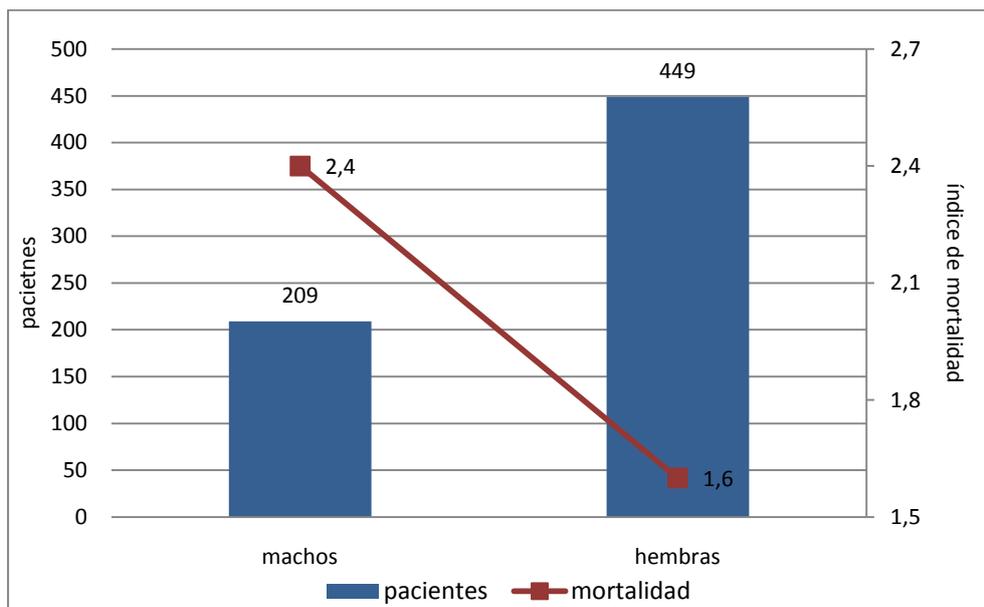
	N	%	muertes	índice de mortalidad	OR	estudio estadístico
Común Europeo	540	82,1	11	2,0	1,0	referencia
Indefinido	8	1,2	0	0	0	ns
Persa	52	7,9	1	1,9	0,9	ns
Siamés	55	8,4	0	0	0	ns

N: número de animales. %: Porcentaje respecto al total de animales. Muertes: número de animales muertos. OR: riesgo relativo respecto los felinos común europeo. ns: diferencias no significativas. #: Diferencias significativas ($p < 0,05$).

5.2.1.8.2. Riesgo relativo según el sexo

Los gatos machos presentaron una mayor mortalidad anestésica (2,4%) que las hembras (1,6%), aunque el estudio estadístico detectó que las diferencias estadísticas presentadas entre sexos no eran significativas. (Gráfica 18).

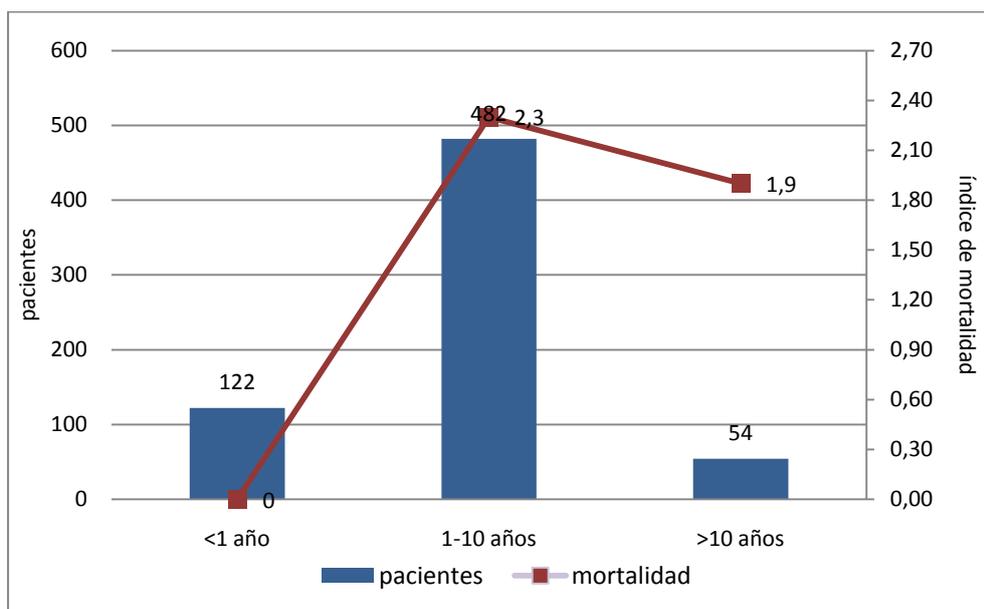
Gráfica 18. Índice de mortalidad según el sexo de los gatos.



5.2.1.8.3. Riesgo relativo según la edad

Los felinos de edad media (1-10 años) fueron los que se tomaron de referencia en la clasificación de los pacientes según su rango de edad. Los pacientes de edad media y geriátricos son los que alcanzaron un mayor índice de mortalidad (2,3% y 1,9% respectivamente), mientras que no murió ninguno de los jóvenes. El estudio de Chi-cuadrado no detectó diferencias significativas entre los tres grupos. (Gráfica 19).

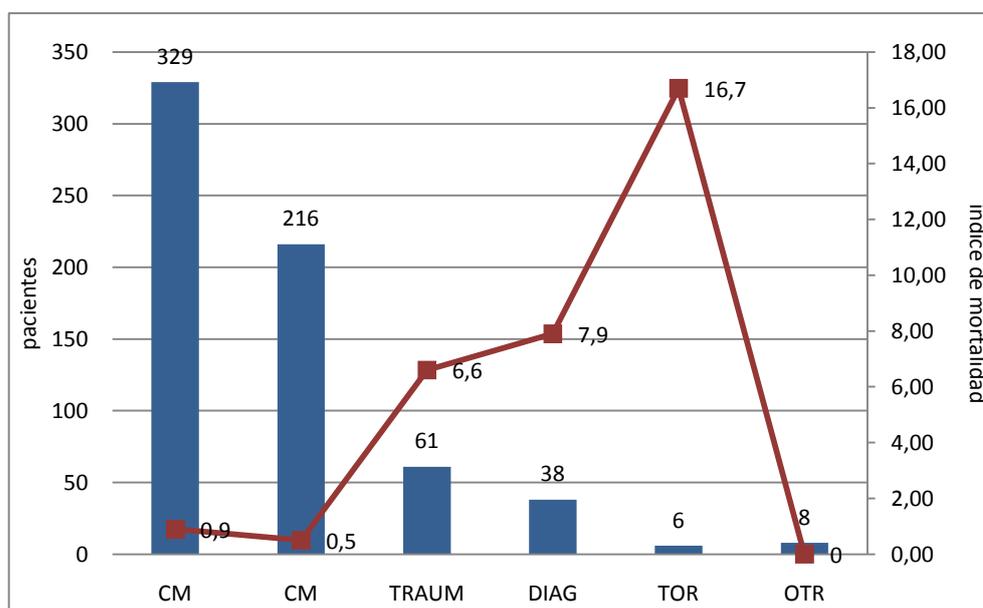
Gráfica 19. Índice de mortalidad según la edad de los gatos.



5.2.1.8.4. Riesgo relativo según el tipo de cirugía

La cirugía torácica registró el mayor índice de mortalidad (16,7%), seguida de los procedimientos diagnósticos (7,9%), las intervenciones traumatológicas (6,6%), cirugía abdominal (0,9%) y por último, la cirugía menor (0,5%), ya que en otros procedimientos no se registró ninguna baja. Comparadas con la cirugía abdominal, que se tomó como referencia, hubo un aumento del riesgo relativo en la cirugía torácica de 21,8, en los procedimientos diagnósticos 9,3 y en las cirugías de traumatología 7,6. (Gráfica 20).

Gráfica 20. Índice de mortalidad según tipo de intervención realizada en los gatos.



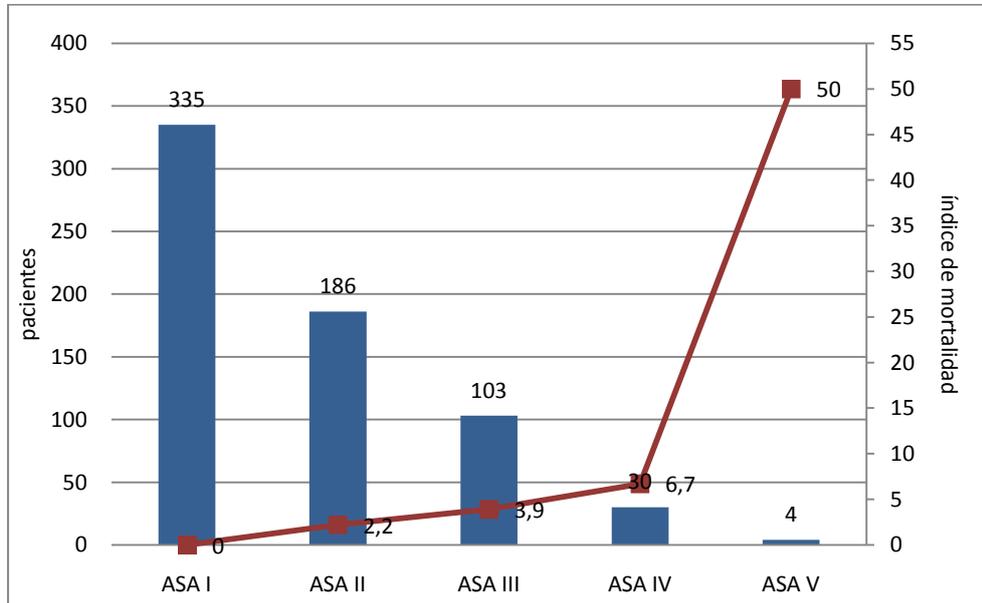
CM: Cirugía Abdominal; CE: Cirugía menor; TRAUM: Cirugía Traumatológica; DIAG: Técnica Diagnóstica; TOR: Cirugía Torácica; OTR: Otros Procedimientos; IM: Índice de Mortalidad.

5.2.1.8.5. Riesgo relativo según el grado de riesgo anestésico

Comparados con los pacientes ASA II (grupo de referencia), los ASA III, IV y V fueron los que presentaron mayores índices de mortalidad. Los felinos ASA V alcanzaron un índice de mortalidad del 50% y un riesgo relativo de 45,5. Los ASA IV presentaron un índice de mortalidad del 6,7%, y en los ASA III se calculó un índice de mortalidad del 3,9%. Aunque el estudio estadístico no detectó diferencias estadísticamente significativas entre estos dos últimos grupos y los pacientes ASA II. Por último, los ASA I tuvieron un índice de mortalidad de 0% ya que no murió ningún paciente de los 335 individuos del grupo, siendo este resultado estadísticamente significativo (Gráfica 21). Valorando el índice de mortalidad conjunto en pacientes de bajo riesgo anestésico (ASA

I, II) y los de alto riesgo (ASA III, IV y V), estos índices fueron de 0,8% en los pacientes sanos y de 5,8% en los enfermos.

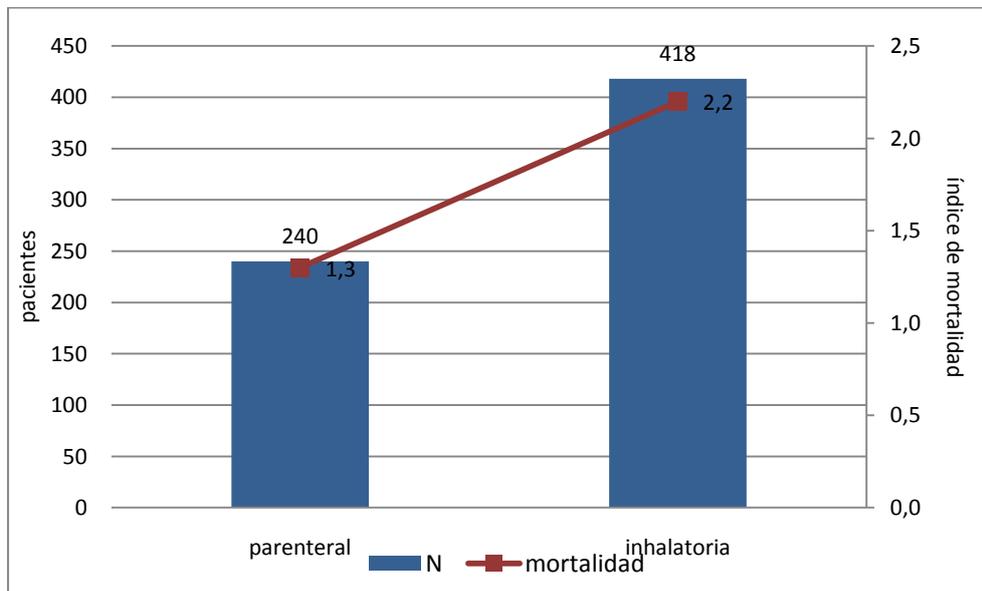
Gráfica 21. Índice de mortalidad según el grado de riesgo anestésico de los gatos.



5.2.1.8.6. Riesgo relativo según el tipo de anestesia

Los pacientes anestesiados con anestesia parenteral tuvieron un menor índice de mortalidad (1,3%) que aquellos anestesiados con inhalatoria (2,2%), aunque no se detectaron diferencias estadísticas entre ambos grupos. (Gráfica 22).

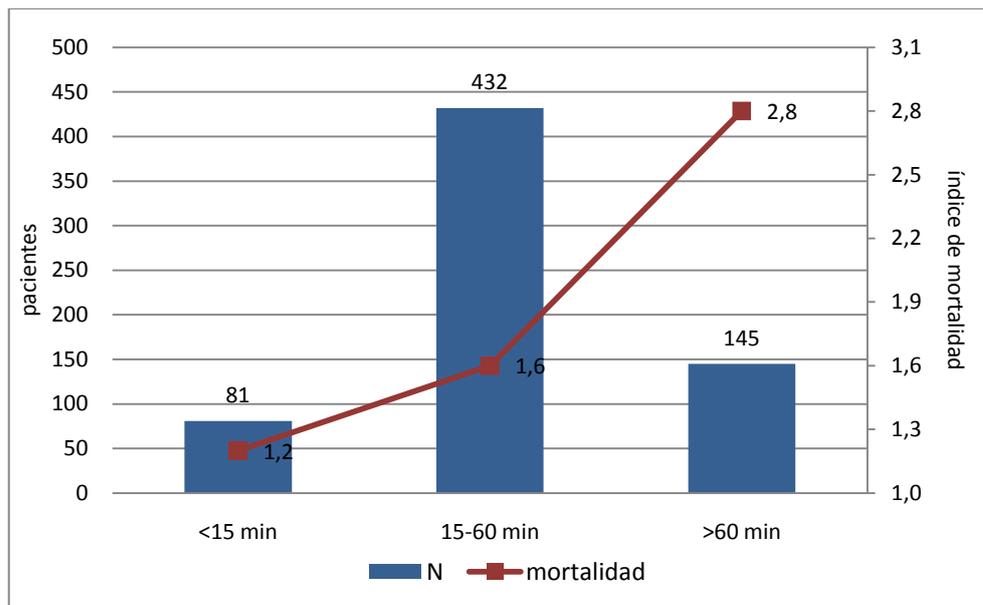
Gráfica 22. Mortalidad según el tipo de anestesia en los gatos.



5.2.1.8.7. Riesgo relativo según la duración del procedimiento

En cuanto a la duración del procedimiento, aquellos que duraban más de 60 minutos fueron los que presentaron un mayor índice de mortalidad (2,8%), seguidos de los de duración media (1,6%) y por último, los de duración menor a 15 minutos (1,2%). El estudio de la prueba Chi-cuadrado no detectó diferencias estadísticas significativas entre estos tres grupos. (Gráfica 23).

Gráfica 23. Índice de mortalidad según la duración del procedimiento en los gatos.



5.2.1.8.8. Riesgo relativo según los fármacos anestésicos empleados

El estudio de los fármacos empleados en los protocolos anestésicos administrados a los gatos del estudio, reveló que el uso de analgésicos narcóticos puros (NAP) en el postoperatorio provoca un aumento de la mortalidad, en cambio los antiinflamatorios no esteroideos (AINE) la disminuyen. El índice de mortalidad de los gatos en los que se emplearon NAP postoperatorios fue del 5,1 y su riesgo relativo de muerte en comparación con los individuos en los que no fueron usados fue 4,2. En el caso de los AINE postoperatorios el índice de mortalidad fue del 0,4 y el riesgo relativo de 0,1 en relación a aquellos gatos en los que no fueron usados. Los resultados están resumidos en las Tabla 24 y Tabla 25

Tabla 24. Fármacos anestésicos, índices de mortalidad y valores de riesgo relativo en los gatos.

Fármacos	usado	N	%	muerdes	IM	p	OR	sig	IC
S_ACP	si	48	7,3	0	0,0	1,0	0,9	ns	0,9-0,9
	no*	610	92,7	12	2,0		1,0	ref	
S_BNZ	si	123	18,7	1	0,8	0,7	0,4	ns	0,1-3,1
	no*	535	81,3	11	2,1		1,0	ref	
S_MED	si	574	87,2	9	1,6	0,2	0,4	ns	1,1-1,6
	no*	84	12,8	3	3,6		1,0	ref	
S_XIL	si	8	1,2	0	0,0	1,0	1,0	ns	1,0-1,0
	no*	650	98,8	12	1,8		1,0	ref	
I_P	si	376	57,1	8	2,1	0,5	1,5	ns	0,5-5,1
	no*	282	42,9	4	1,4		1,0	ref	
I_TP	si	8	1,2	0	0,0	1,0	1,0	ns	1,0-1,0
	no*	650	98,8	12	1,8		1,0	ref	
I_K	si	275	41,8	3	1,1	0,2	0,6	ns	0,1-1,7
	no*	383	58,2	9	2,3		1,0	ref	
I_ETO	si	7	1,1	1	14,3	0,1	9,7	ns	1,1-87,5
	no*	651	98,9	11	1,7		1,0	ref	
I_INH	si	50	7,6	0	0,0	0,6	0,9	ns	0,9-0,9
	no*	608	92,4	12	2,0		1,0	ref	
I_BZOP	si	34	5,2	2	5,9	0,1	3,8	ns	0,8-18,2
	no*	624	94,8	10	1,6		1,0	ref	
M_IS	si	270	41,0	4	1,5	0,8	0,7	ns	0,2-2,4
	no*	388	59,0	8	2,1		1,0	ref	
M_SEV	si	125	19,0	5	4,0	0,1	3,1	ns	1,0-10,0
	no*	533	81,0	7	1,3		1,0	ref	
M_HAL	si	22	3,3	0	0,0	1,0	1,0	ns	1,0-1,0
	no*	636	96,7	12	1,9		1,0	ref	
M_P	si	76	11,6	1	1,3	1,0	0,7	ns	0,1-5,4
	no*	582	88,4	11	1,9		1,0	ref	
M_K	si	163	24,8	2	1,2	0,7	0,6	ns	0,1-2,8
	no*	495	75,2	10	2,0		1,0	ref	
M_TP	si	0	0,0	0	0,0	-	-	-	
	no*	658	100,0	12	1,8	-	-	-	
M_ET	si	8	1,2	0	0,0	1,0	1,0	ns	1,0-1,0
	no*	650	98,8	12	1,8		1,0	ref	

N: veces que ha sido utilizado, o no, un fármaco. %: Porcentaje respecto al total. Muertes: número de animales muertos en los que ha sido empleado el fármaco. Mortalidad: Índice de mortalidad; p: valor para el test de Chi-cuadrado; el valor de p en cursiva indica que se realizó el test de Fisher; OR: riesgo relativo. ns: diferencias no significativas. #: Diferencias significativas ($p < 0,05$). El riesgo relativo de cada categoría fue expresado en función de la categoría de referencia, que se ha señalado con un asterisco (*) y la cual toma el valor 1. IC: intervalo de confianza al 95%. S_ACP: sedación acepromacina; S_BNZ: sedación benzodiazepinas; S_MED: sedación medetomidina; S_XIL: sedación xilacina; I_P: inducción propofol; I_TP: inducción tiopental; I_K: inducción ketamina; I_ETO: inducción etomidato; I_INH: inducción agentes inhalatorios; I_BZOP: inducción benzodiazepinas con opioides; M_IS: mantenimiento isoflurano; M_SEV: mantenimiento sevoflurano; M_HAL: mantenimiento halotano; M_P: mantenimiento propofol; M_K: mantenimiento ketamina; M_TP: mantenimiento tiopental; M_ET: mantenimiento etomidato.

Tabla 25. Datos del uso en los gatos de los distintos fármacos analgésicos, índices de mortalidad y valores de riesgo relativo para cada categoría.

Fármacos	usado	N	%	muerdes	IM	p	OR	sig	IC
AP_NAP	si	403	61,2	8	2,0	0,8	1,3	ns	0,4-4,3
	no*	255	38,8	4	1,6		ref	1,0	
AP_BUTBUP	si	94	14,3	0	0,0	0,2	ns	0,9	0,8-0,9
	no*	564	85,7	12	2,1		ref	1,0	
AP_AINE	si	192	29,2	1	0,5	0,2	ns	0,2	0,0-1,7
	no*	466	70,8	11	2,4		ref	1,0	
APO_NAP	si	98	14,9	5	5,1	0,0	#	4,2	1,3-13,7
	no*	560	85,1	7	1,3		ref	1,0	
APO_BUTBUP	si	188	28,6	2	1,1	0,5	ns	0,5	0,1-2,3
	no*	470	71,4	12	2,1		ref	1,0	
APO_AINE	si	261	39,7	1	0,4	0,0	#	0,1	0,0-1,1
	no*	397	60,3	11	2,8		ref	1,0	
AI_AINE	si	202	30,7	1	0,5	0,1	ns	0,2	0,0-1,6
	no*	456	69,3	11	2,4		ref	1,0	
AI_BUTBUP	si	94	14,3	0	0,0	0,2	ns	0,9	0,8-0,9
	no*	564	85,7	12	2,1		ref	1,0	
AI_CRI	si	30	4,6	0	0,0	1,0	ns	1,0	0,9-1,0
	no*	628	95,4	12	1,9		ref	1,0	
AI_LOCAL	si	23	3,5	0	0,0	1,0	ns	1,0	1,0-1,0
	no*	635	96,5	12	1,9		ref	1,0	
AI_NAP	si	476	72,3	11	2,3	0,2	ns	4,3	0,5-33,4
	no*	182	27,7	1	0,5		ref	1,0	

N: número de veces que ha sido utilizado, o no, un fármaco. %: Porcentaje respecto al total de fármacos. Muertes: número de animales muertos en los que ha sido empleado el fármaco. Mortalidad: Índice de mortalidad; p: valor para el test de Chi-cuadrado; el valor de p en cursiva indica que se realizó el test de Fisher; OR: riesgo relativo. ns: diferencias no significativas. #: Diferencias significativas ($p < 0,05$). El riesgo relativo de cada categoría fue expresado en función de la categoría de referencia, que se ha señalado con un asterisco (*) y la cual toma el valor 1. IC: intervalo de confianza al 95%. AP_NAP: analgesia preoperatoria con narcóticos agonistas puros; AP_BUTBUP: analgesia preoperatoria con butorfanol y/o buprenorfina; AP_AINE: analgesia preoperatoria antiinflamatorios no esteroideos; APO_NAP: analgesia postoperatoria con narcóticos agonistas puros; APO_BUTBUP: analgesia postoperatoria con butorfanol y/o buprenorfina; APO_AINE: analgesia postoperatoria antiinflamatorios no esteroideos; AI_AINE: analgesia intraoperatoria antiinflamatorios no esteroideos; AI_BUTBUP: analgesia intraoperatoria con butorfanol y/o buprenorfina; AI_CRI: analgesia intraoperatoria con fármacos a infusión constante (morfina, ketamina, lidocaína); AI_LOCAL: analgesia intraoperatoria con técnicas de anestesia locorregional; AI_NAP: analgesia preoperatoria con narcóticos agonistas puros.

5.2.2. Estudio multivariante

Se realizó un estudio multivariante con los pacientes felinos, con la intención de establecer si la variable binomial (muerte o no muerte) depende de otras variables como son la reseña, el procedimiento quirúrgico y anestésico.

5.2.2.1. Mortalidad perianestésica

Hemos estudiado la relación con la mortalidad de las variables relacionadas con la reseña y el procedimiento quirúrgico y protocolo anestésico. Los resultados se han presentado como riesgos relativos (odds ratio) e intervalos de confianza del 95%.

Las variables que demuestran su relación con la mortalidad son el motivo de la anestesia y el uso o no de sevoflurano en el mantenimiento (Tabla 26). Los pacientes anestesiados para realizar procedimientos diagnósticos (7,9%) y los intervenidos en cirugías torácicas (16,7%) y ortopédicas (6,6%) tienen una mortalidad relativa superior a los pacientes operados de cirugía abdominal (0,9%). Los riesgos relativos para estos grupos fueron respectivamente 34,8, 83,9 y 22,2. Los pacientes en los que se realizaron cirugías menores (0,5%) no presentaron diferencias significativas con el grupo de referencia.

El mantenimiento con sevoflurano aumenta el riesgo de muerte (4,0% vs 1,3%), siendo su riesgo relativo de 4,55.

Tabla 26. Variables significativas que quedan en la ecuación de regresión logística en el estudio de mortalidad perianestésica.

		B	E.T.	Wald	gl	p	OR ¹	I.C. 95,0%	
								Inferior	Superior
CIRUGÍA				15,865	4	0,003			
	CA*						1,0		
	CE	0,724	1,430	0,256	1	0,613	2,062	0,125	33,968
	EXPL	3,550	1,185	8,969	1	0,003	34,820	3,410	355,556
	TOR	4,430	1,528	8,408	1	0,004	83,912	4,202	1675,733
	TR	3,099	1,133	7,481	1	0,006	22,166	2,407	204,153
M_SEV									
	usado	1,512	0,687	4,849	1	0,028	4,536	1,181	17,425
	no usado*						1,0		
	Constante	-6,40	1,081	35,018	1	0,000	0,002		

¹ El riesgo relativo (OR) de cada categoría fue expresado en función de la categoría de referencia, que se ha señalado con un asterisco (*) y la cual toma el valor 1. Diferencias significativas ($p < 0,05$). IC: intervalo de confianza al 95%. CA: Cirugía Abdominal. CE: Cirugía Externa; EXPL: Técnicas diagnósticas; TOR: Cirugía Torácica; TR: Cirugía Traumatológica. M_SEV: mantenimiento anestésico con sevoflurano.

5.2.2.2. Mortalidad intraoperatoria

Ninguna de las variables estudiadas mostró resultados significativos (Tabla 27). En consecuencia, ninguna afecta positiva o negativamente a la probabilidad de muerte durante la anestesia.

Tabla 27. Variables significativas que quedan en la ecuación de regresión logística en el estudio de mortalidad intraoperatoria

	B	E.T.	Wald	gl	p	OR
CIRUGÍA			1,699	4	0,791	
CA*						1,0
CE	0,000	3535,515	0,000	1	1,000	1,000
EXPL	17,648	2232,943	0,000	1	0,994	46156423,575
TOR	19,593	2232,943	0,000	1	0,993	323094965,022
TR	0,000	5773,015	0,000	1	1,000	1,000
Constante	-21,203	2232,943	0,000	1	0,992	0,000

¹ El riesgo relativo (OR) de cada categoría fue expresado en función de la categoría de referencia, que se ha señalado con un asterisco (*) y la cual toma el valor 1. Diferencias significativas ($p < 0,05$). IC: intervalo de confianza al 95%. CA: Cirugía Abdominal. CE: Cirugía Externa; EXPL: Técnicas diagnósticas; TOR: Cirugía Torácica; TR: Cirugía Traumatológica. M_SEV: mantenimiento anestésico con sevoflurano.

5.2.2.3. Mortalidad postoperatoria

Las variables que influyen en la mortalidad felina postoperatoria son nuevamente el tipo de cirugía y el mantenimiento con sevoflurano (Tabla 28).

Las técnicas exploratorias suponen un aumento de la mortalidad (7,9%), al igual que las cirugías traumatológicas (6,6%). Estas intervenciones presentan un riesgo relativo de 24,6 y 22,3 respectivamente. El mantenimiento anestésico con sevoflurano supone una mayor mortalidad postanestésica (4,0%), siendo su riesgo relativo 7,0.

Tabla 28. Variables significativas que quedan en la ecuación de regresión logística en el estudio de mortalidad postoperatoria.

		B	E.T.	Wald	gl	p	OR	I.C. 95,0%	
								Inferior	Superior
CIRUGÍA				11,036	4	0,026			
	CA*						1,0		
	CE	0,836	1,434	0,340	1	0,560	2,307	0,139	38,327
	EXPL	3,203	1,261	6,448	1	0,011	24,600	2,077	291,414
	TOR	-15,23	17204,002	0,000	1	0,999	0,000	0,000	.
	TR	3,106	1,137	7,466	1	0,006	22,329	2,406	207,202
M_SEV									
	usado	1,949	0,772	6,385	1	0,012	7,025	1,549	31,868
	no usado*						1,0		
	Constante	-6,679	1,136	34,596	1	0,000	0,001		

1 El riesgo relativo (OR) de cada categoría fue expresado en función de la categoría de referencia, que se ha señalado con un asterisco (*) y la cual toma el valor 1. Diferencias significativas ($p < 0,05$). IC: intervalo de confianza al 95%. CA: Cirugía Abdominal. CE: Cirugía Externa; EXPL: Técnicas diagnósticas; TOR: Cirugía Torácica; TR: Cirugía Traumatológica. M_SEV: mantenimiento anestésico con sevoflurano.

6. DISCUSIÓN

El objetivo principal de los estudios de mortalidad anestésica es determinar los riesgos derivados de la práctica anestésica, de las complicaciones y de la muerte del paciente relacionados con la misma. Estos trabajos nos ayudan a conocer los puntos críticos del acto anestésico y estimar los riesgos que corre un paciente al ser anestesiado, lo que nos permite tomar medidas preventivas y correctoras para intentar reducirlos. Además, son muy útiles para poder informar a los propietarios de los riesgos que lleva implícita la anestesia a la que va a ser sometido su animal (Dyson et al. 1998).

Nuestro trabajo es un estudio de cohorte, prospectivo y multicéntrico. Este modelo nos permite evaluar los factores que pueden contribuir al desarrollo de una determinada patología, en nuestro caso la muerte anestésica, y han sido empleados anteriormente en diversos estudios de mortalidad anestésica humana (Beecher y Todd, 1954; Pottecher et al. 1984; Tiret et al. 1986; Lunn y Mushin, 1982; Forrest et al. 1990; Eagle y Davis, 1997) y veterinaria (Clarke y Hall, 1990; Dyson et al. 1998; Redondo et al. 2001; Brodbelt, 2006). Al mismo tiempo, los estudios multicéntricos, a diferencia de los realizados en un único centro de referencia, reflejan de una forma más fiel a una población heterogénea sometida a prácticas anestésicas diversas y nos proporciona resultados más representativos (Brodbelt, 2006).

Los centros que participaron en este estudio no fueron escogidos al azar en sentido estricto, sino que se solicitó directamente la colaboración de diversas clínicas y hospitales veterinarios repartidos por toda la geografía española. Los veterinarios que participaron en el estudio debían estar motivados ya que su colaboración supuso un trabajo extra, en cuanto a la recolección de datos, aparte de sus responsabilidades diarias de la clínica. Este hecho puede suponer un sesgo en los resultados ya que un interés adicional en la anestesia podría estar relacionado con una mejor praxis. Para evitar en lo posible esta circunstancia, se decidió invitar a centros de diferente tamaño, formación del personal y recursos materiales. De esta forma, adicionalmente, cubríamos el objetivo de mostrar la diversidad de la práctica anestésica en nuestro país, que claramente muestra gran variabilidad en cuanto a protocolos, medios técnicos y personal. Por ello, y para evitar la preeminencia de algún centro, se limitó el número de casos aportados por cada hospital al 10% del total de la población estudiada.

En sentido estricto, los resultados que hemos expuesto son específicos de la población de perros y gatos que hemos estudiado. Sin embargo, si tenemos en cuenta el número de casos y la diversidad de centros colaboradores, podemos inferir, pese a los comentarios realizados más arriba, que en su conjunto muestran una imagen bastante aproximada de la práctica anestésica en España. Los resultados que hemos presentado, en consecuencia, pueden reflejar la mortalidad anestésica en pequeños animales de nuestro país.

6.1. Mortalidad anestésica en pequeños animales en España

El primer objetivo de nuestro estudio es evaluar la mortalidad anestésica actual en nuestro país.

En España, el único estudio multicéntrico publicado hasta la fecha fue realizado con datos tomados entre 1997 y 1999. En ese trabajo se registraron 22 muertes perianestésicas en los pacientes caninos y 17 en los felinos, lo que representó unos índices de mortalidad del 1,28% y 2,77%, respectivamente (Redondo et al. 2001). Sorprendentemente, nuestros resultados muestran que el índice de mortalidad se ha mantenido igual en el estudio canino, 1,28%, mientras que en el felino se ha producido un descenso de casi un punto porcentual, hasta el 1,82%.

Si comparamos nuestros datos con los registrados en otros países de nuestro entorno, observamos claramente que la mortalidad anestésica en España es más alta. Así, en el Reino Unido, se observó una mortalidad del 0,17-0,23% en perros y del 0,24-0,29% en gatos (Clarke y Hall, 1990; Brodbelt, 2006). En Canadá, se describió un índice del 0,11% en perros y 0,09% en gatos (Dyson et al. 1998). En EEUU, se han realizado diversos trabajos, calculando índices entre el 0,05-1,49% en perros y el 0,03-5,80% en gatos (Albrecht y Blakely, 1951; Lumb y Jones, 1973; Lumb y Jones, 1984, Dodman y Lamb, 1992; Gaynor et al. 1999; Hosgood y Scholl, 2002).

En España, en los últimos años, ha habido una mejora en la formación de los veterinarios y en la dotación técnica de las clínicas, aunque parece ser que no se ha traducido en una reducción significativa de la mortalidad anestésica. Puede que la razón de la mayor mortalidad en España, al compararla con otros países, continúe siendo la mayor especialización en el extranjero, en los que la figura del anestesiólogo está reconocida y asentada en la clínica diaria, mientras que en nuestro país es incipiente. La

ausencia de una persona encargada de la monitorización del paciente se asocia claramente a un aumento de la mortalidad (Clarke y Hall, 1990; Dyson et al. 1998; Brodbelt, 2006). En medicina humana se ha reconocido el factor humano como causa fundamental de mortalidad anestésica: el 75% de las muertes son debidas a la inexperiencia y a la falta de conocimientos del anestesista (Buck et al. 1988). Estudios más actuales indican que dos tercios de las muertes se deben a fallos en el procedimiento anestésico (Utting, 1987; Caplan et al. 1990; Gannon, 1991). En pequeños animales el 75% de muertes de los pacientes de bajo riesgo anestésico (ASA I y II) se debe a fallos en el manejo, fundamentalmente por problemas asociados con la vía aérea (Clarke y Hall, 1990).

En países como Reino Unido, Canadá y EEUU, la figura del anesthesiólogo está muy asentada, lo que hace que sean profesionales especializados los que se encargan de llevar a cabo la anestesia. En España actualmente existen pocas personas que se dediquen únicamente a la anestesia. En numerosas ocasiones este procedimiento es llevado a cabo por técnicos veterinarios que no están suficientemente cualificados para interpretar las alertas indicadas por los monitores anestésicos, o por el propio cirujano, que presta más atención al proceso quirúrgico que al anestésico. La presencia de un profesional que sea capaz de evaluar durante toda la anestesia la evolución del paciente, permitiría que los pequeños problemas que se puedan desarrollar durante la intervención se identifiquen y se solucionen, evitando que se conviertan en complicaciones que puedan llegar a poner en peligro la vida del animal. En nuestro trabajo no hemos evaluado si una persona independiente al cirujano (auxiliar de clínica o veterinario) controlaba la anestesia, ni su grado de formación en anestesiología. Habría sido interesante hacerlo para evaluar si éste es un factor de riesgo que explicara los altos índices de mortalidad en España. Así pues, se debería considerar este factor en estudios posteriores.

De todas formas no debemos olvidar que a la hora de comparar estudios de mortalidad anestésica debemos considerar si tienen o no el mismo diseño, como por ejemplo en su tamaño muestral, la definición de muerte anestésica, la población estudiada y si son estudios multicéntricos o basados en un único centro de referencia (Brodbelt, 2006), lo que en parte podría explicar esta variabilidad. Aun así, y considerando este factor, existe una gran diferencia entre los resultados presentados en nuestro trabajo y los obtenidos en estos países.

En muchas ocasiones se considera erróneamente que la anestesia finaliza con la recuperación de la consciencia y la extubación del paciente, dejando de vigilarle en este momento. Se ha documentado en numerosos trabajos que la mayoría de muertes perianestésicas se producen en el postoperatorio (Redondo et al. 2001; Brodbelt, 2006), cuando el paciente deja de ser observado de forma continua.

Efectivamente, también en nuestro estudio la mayoría de las muertes se produjeron durante el postoperatorio: el 77% de las muertes en los pacientes caninos y el 83% en los felinos ocurrió tras la extubación. El porcentaje de muertes intraoperatorias fue de 23% en los perros y del 17% en los gatos. Redondo et al. (2001) y Brodbelt (2006) observaron porcentajes similares (intraoperatorias: 41-53%; postoperatorias: 47-59%). La mortalidad se incrementa considerablemente en el postoperatorio, recalando la importancia que debemos darle a la vigilancia de nuestros pacientes al menos durante al menos las primeras 24 horas tras la extubación. Brodbelt (2006) describía que cerca del 50% de las muertes postoperatorias se producían durante las primeras 3 horas después de la intervención, lo que hace pensar que si se realizara una monitorización o vigilancia más exhaustiva de los pacientes durante este periodo se reducirían considerablemente los índices de mortalidad. Quizá la menor mortalidad observada en otros países se deba a un mejor control del paciente durante la recuperación. El personal, los medios, y el nivel de atención que recibieron los pacientes de nuestro estudio durante las primeras 24 horas tampoco se evaluaron y también deberían tenerse en cuenta en estudios posteriores.

Si estudiamos globalmente los resultados, observamos una mayor mortalidad en la especie felina que en la canina (1,82% versus 1,28%). Un estudio más pormenorizado relacionando el momento de la muerte puede aclarar que las diferencias entre ambas especies se producen en la recuperación y el postoperatorio: la mortalidad intraoperatoria es similar en ambas especies, un 0,29% en perros y un 0,30% en gatos, mientras que la postoperatoria es, respectivamente, 0,99% y 1,52%.

Hemos comentado que las muertes postoperatorias son muy frecuentes, y se observan incluso en mayor medida en los pacientes felinos. El peso reducido de los gatos en relación con su mayor superficie corporal les hace estar predispuestos a sufrir hipotermia, prolongando mucho los tiempos de recuperación y deprimiendo aun más sus sistemas vitales (Waterman, 1981; Dhupa, 1995; Kurz et al. 1996; Brodbelt, 2006; Suesta, 2006). Otras posibles complicaciones son el edema de glotis o el laringoespasma. Estas complicaciones han sido ampliamente descritas en esta especie

(Clarke y Hall, 1990; Dyson et al. 1998; Brodbelt, 2006; Gil et al. 2008) y pueden poner en grave riesgo al paciente llegando a ser necesarias intervenciones de urgencia. Por esta razón es de gran importancia la vigilancia de los pacientes en las horas posteriores a la anestesia. Una buena opción sería dejar hospitalizado al paciente bajo supervisión veterinaria al menos durante las 24 horas posteriores a la intervención.

Parte de la mayor mortalidad en gatos también podría deberse a la falta formación en anestesiología y en medicina en esta especie. Los gatos son una especie con una anatomía, fisiología y patologías completamente distintas a la de los perros, y que requiere de un manejo anestésico diferente (Hall y Taylor, 1994).

Por otra parte, los gatos son animales muy sensibles al estrés (Hall y Taylor, 1994; Marrodán et al. 2007), con lo que una manipulación preanestésica inadecuada puede predisponer a la aparición de arritmias provocadas por la liberación de catecolaminas (Clarke y Hall, 1990). Son pacientes difíciles de manipular, que en muchas ocasiones no se pesan correctamente, lo que puede provocar sobredosificación debida a una incorrecta estimación del peso. A esta circunstancia hay que sumar el riesgo que supone la realización de ciertos procedimientos, como son la intubación y la administración de fluidoterapia, descritos en diversos trabajos como factores de riesgo (Clarke y Hall, 1990; Dyson et al. 1998; Redondo et al. 2001; Brodbelt, 2006). Brodbelt (2006) ha observado un mayor índice de mortalidad en gatos en los que se ha administrado fluidoterapia durante la intervención. Puede que este incremento en el riesgo relativo esté relacionado con la sobrecarga de fluidos, lo que provocaría un aumento en la precarga cardíaca y como consecuencia un edema de pulmón en el paciente. Los gatos son pacientes pequeños, lo que les predispone a sufrir esta sobrecarga. Esto, sumado a que pocos centros hacen un control de la presión venosa central durante la intervención, o no poseen bombas de fluidoterapia con las que controlar la cantidad de fluidos que se administran, les hace ser más susceptibles a una posible sobrehidratación (Brodbelt, 2006).

El riesgo de muerte anestésica es superior en los gatos que en los perros, ya sean pacientes de alto o bajo riesgo anestésico. La mortalidad en los pacientes de alto riesgo (ASA III, IV y V) es 3,98% en perros y 5,84% en gatos, mientras que en los pacientes de bajo riesgo (ASA I y II) es 0,33% en perros y 0,77% en gatos. En nuestro caso, el riesgo relativo de que muera un gato de bajo riesgo es 2,34 veces más probable que en un perro sano, mientras que en el caso de los pacientes enfermos el riesgo relativo es inferior, un 1,50. Este mismo hecho ha sido descrito por otros autores (Clarke y Hall, 1990; Hosgood y Scholl, 1998; Hosgood y Scholl, 2002; Brodbelt, 2006).

Algunos gatos son difíciles de manejar, lo que limita las posibilidades de realizar una evaluación preanestésica de forma correcta. Hay pacientes que incluso deben ser sedados y/o anestesiados para realizar una mera exploración física o realizar pruebas complementarias, por lo que estas prácticas tienen un riesgo aumentado ya que no tenemos toda la información que debiéramos para realizar el procedimiento con seguridad. Se ha publicado una prevalencia del 7% de enfermedades cardíacas subclínicas detectadas en gatos que aparentemente eran sanos (Cote et al. 2004). Así pues, es probable que la mayor mortalidad anestésica descrita en la especie felina también pueda deberse a patologías cardíacas no diagnosticadas por el clínico y que pueden poner en serio compromiso la vida del animal. En perros las alteraciones cardíacas son más fáciles de diagnosticar, ya que en la mayoría de los casos, presentan una historia y unos signos clínicos que nos hacen sospechar de determinadas patologías cardiopulmonares, con lo que el diagnóstico es más precoz y el tratamiento puede instaurarse antes (Kittleson y Richard, 1998). Otra razón que podría provocar una mayor mortalidad podría ser que los gatos tienen una mayor predisposición a sufrir fallo renal postoperatorio (Hall y Taylor, 1994), factor que también puede contribuir a un aumento de la mortalidad. Estas observaciones podrían corroborar la hipótesis planteada anteriormente en la que enfermedades no diagnosticadas podrían provocar un aumento de la mortalidad. Sin embargo, no se han realizado necropsias de los animales que murieron, que aclararían definitivamente este punto. Debemos recomendar la realización de estudios postmortem en trabajos posteriores.

6.2. Factores de riesgo anestésico en el perro

El segundo objetivo de esta Tesis Doctoral ha sido estudiar los factores de riesgo que predisponen a una mayor probabilidad de muerte durante la anestesia en perros y gatos.

6.2.1. Estudio univariante

El análisis univariante de los datos consiste en hacer una revisión del valor de un sólo indicador, por ejemplo, la edad o el sexo. Suele usarse cuando interesa conocer en profundidad qué significan, por separado, algunos indicadores y es utilizado con fines descriptivos en las primeras etapas de un estudio. En esta tesis Doctoral, el estudio univariante nos permite comparar la incidencia de la mortalidad de cada variable

independiente respecto al grupo de referencia de cada clasificación. Así, el que un factor determinado produzca una mayor mortalidad anestésica, depende de dicho factor sin anular la influencia de todos aquellos otros factores que de una forma u otra se relacionan con él.

En el perro, la **raza** ha demostrado ser un factor de riesgo. El estudio univariante muestra que los Yorkshire terrier y los Labradores presentaron un riesgo de muerte superior al de los mestizos.

Hay un aumento de la mortalidad en los Yorkshire ASA I y II al compararlos con los mestizos. Los dos animales que murieron en nuestro estudio pesaron 1,8 y 4 Kg. Se ha descrito en diversos trabajos que los animales de pequeño tamaño son más susceptibles a sufrir hipotermia y depresión cardiorrespiratoria, lo que provoca recuperaciones más prolongadas (Waterman, 1981; Dhupa, 1995; Murison, 2001; Brodbelt, 2006; Suesta, 2006) y podría explicar esta mayor mortalidad.

Por su parte, los Labradores de alto riesgo tuvieron una mayor mortalidad que sus homólogos mestizos. La causa de la muerte de los dos Labradores fue relacionada con la enfermedad preexistente. Ambos pacientes fueron clasificados como ASA IV. Uno fue intervenido para resolver un tumor medular y el otro para realizar una laparotomía exploratoria en la que se diagnosticó una patología hepatobiliar.

Varias razas (San Bernardo, Rottweiler, Fox terrier y Pequinés) presentan una mayor mortalidad numérica pero no estadística que la observada en mestizos, probablemente debido al pequeño número de pacientes anestesiados. Un estudio más amplio en los que estas razas estén bien representadas podrían clarificar estos resultados. Otras razas puras con un número importante de individuos anestesiados (Bóxer, Cocker spaniel, Caniche y Pastor alemán) no muestran diferencias con los perros de raza indefinida.

Otros estudios han señalado que el Pequinés, Fox terrier, Pastor alemán, Mastín español, Caniche, Braco alemán, West Highland White terrier y Bóxer tienen una mayor probabilidad de muerte perianestésica (Albrecht y Blakely, 1951; Lumb y Jones, 1973; Clarke y Hall, 1990; Redondo et al. 2001; Brodbelt, 2006). Las razas braquicéfalas tienen un elevado riesgo anestésico (Lumb y Jones, 1973; Clarke y Hall, 1990; Dodman y Lamb, 1992; Redondo et al. 2001). La anatomía de las vías respiratorias altas en estos animales (ollares estenóticos, tráqueas estrechas y elongación del paladar blando)

predispone a la obstrucción de la vía aérea (Hall y Clarke, 1991; Thurmon et al. 1996). Además, los Bóxer, son especialmente sensibles a los efectos vasodilatadores de las fenotiacinas (Hall y Clarke, 1991; Redondo et al. 2001). Dada la gran variabilidad de razas que presentan esta anomalía no hemos incluido esta variable en el estudio estadístico.

La mortalidad según el **sexo** del paciente no ha presentado diferencias estadísticas significativas, al igual que observó Brodbelt (2006). En un trabajo previo se observó que las hembras presentaban el doble de riesgo relativo que los machos, pero esta observación no fue estadísticamente significativa. Este aumento de la mortalidad se asoció a enfermedades del aparato reproductor femenino, tales como piometra y cesárea (Redondo et al. 2001). Nuestro trabajo tampoco ha podido demostrar esta relación.

La **edad** ha sido identificada en algunos estudios como factor de riesgo anestésico (Lumb y Jones, 1973; Lumb y Jones, 1984; Hosgood y Scholl, 1998; Hosgood y Scholl, 2002 Brodbelt, 2006; Redondo et al. 2001). Brodbelt (2006) observó una mayor mortalidad en los perros menores de seis meses y en los mayores de cinco años, mientras que Redondo et al. (2001) determinaron que la mortalidad era superior en los perros de edad media (1-7 años). Sin embargo, otros trabajos no han encontrado esta asociación (Clarke y Hall, 1900; Dodman y Lamb, 1992; Dyson et al. 1998; Redondo et al. 2001; Brodbelt et al. 2006).

En nuestro estudio, los pacientes geriátricos mueren dos veces más que los de edad media. Los animales viejos, como consecuencia de su reducida función metabólica y cardiorrespiratoria, son más susceptibles a los efectos depresores de la anestesia, a la hipotermia debido a la alteración de sus sistemas termorreguladores así como a recuperaciones anestésicas prolongadas (Waterman, 1981; Dhupa, 1995; Meyer, 1999; Hall et al. 2001). No hemos observado un aumento de la mortalidad en los animales menores de un año, hecho sí observado por Brodbelt (2006). Los pacientes pediátricos tienen una mayor superficie corporal en relación a su peso y son fisiológicamente inmaduros, lo que hace que sean menos tolerantes a los efectos de los anestésicos y que estén más predispuestos a la hipotermia y a la recuperación prolongada (Brodbelt, 2006).

Tampoco hemos encontrado diferencias al comparar los tres rangos de **peso**. Redondo et al. (2001) registraron índices de mortalidad superiores en los perros de talla pequeña,

aunque sin significación estadística. Brodbelt (2006) observó que los menores de 5 Kg. tuvieron una mayor mortalidad anestésica, lo cual se relacionó con que son pacientes más difíciles de manejar, más sensibles al estrés y a la hipotermia (Waterman, 1981; Dhupa, 1995; Murison, 2001). Además, un pequeño error en la estimación del peso en los pacientes de talla pequeña es más problemático que en los pacientes más grandes, ya que el riesgo de sobredosis relativa es mayor. En nuestro trabajo los pacientes de mayor peso presentaron un índice de mortalidad más elevado que los medianos, pero no fue estadísticamente significativo. La mayoría de los pacientes grandes que murieron fueron sometidos a intervenciones gastrointestinales (dilatación torsión gástrica y enterotomías), genitales (piometra) y laparotomías exploratorias. Estas cirugías *per se* entrañan un gran riesgo y son más complicadas de realizar en pacientes de gran talla, lo que podría explicar estas observaciones.

La obesidad es una patología muy frecuente en pequeños animales (Gossellin et al. 2007; Colliard et al. 2009). Cabe pensar que existe una mayor mortalidad en pacientes con sobrepeso aunque en nuestro estudio no se ha evaluado como factor de riesgo. Brodbelt (2006) sí lo hizo y no observó una mayor mortalidad en estos pacientes. Los animales obesos tienen una menor capacidad de respuesta cardiovascular y tendencia a la hipoventilación, que se produce al estar restringidos los movimientos del diafragma debido al peso de las vísceras abdominales. Además, hay un riesgo aumentado de obstrucción de las vías aéreas superiores ya que la obesidad origina un aumento de tamaño de la lengua y los tejidos faríngeos (Greene y Marks, 2007). Por otra parte, en la anestesia de un animal obeso se deberían ajustar las dosis de los fármacos anestésicos a su peso ideal para evitar sobredosis, aunque la práctica clínica no se suele realizar (McKelvey y Hollingshead, 2003).

El **motivo de la anestesia** también influye de manera importante (Albrecht y Blakely, 1951; Lumb y Jones, 1973; Redondo et al. 2001; Brodbelt, 2006). En nuestro estudio hay un aumento de la mortalidad y del riesgo relativo en las cirugías abdominales y torácicas comparadas con la cirugía menor, la causa de la anestesia que se tomó como referencia.

La cirugía abdominal incluye muchos procedimientos para resolver patologías gastrointestinales y genitourinarias graves y urgentes que además requieren de una vigilancia postoperatoria intensiva. En el estudio de Brodbelt (2006) las cirugías abdominales, seguidas de las neurológicas, son las que tuvieron un mayor riesgo. El aumento de riesgo asociado a los procedimientos mayores se puede relacionar con la

mayor alteración de la homeostasis que sufren estos pacientes. Se ha de tener en cuenta que en los procedimientos complicados se produce una mayor pérdida de fluidos y sangre, así como una mayor exposición de las cavidades corporales lo que también supone una mayor hipotermia (Brodbelt, 2006).

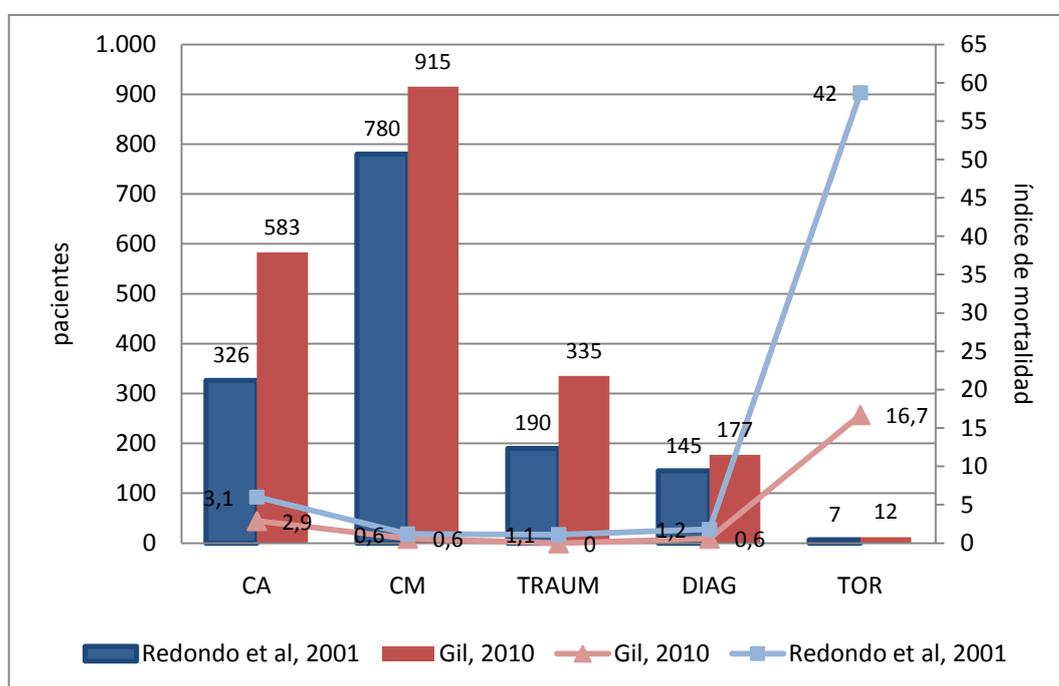
La cirugía torácica altera la fisiología cardiopulmonar, que ya está afectada por un daño directo en estos órganos, lo que ocasiona un riesgo añadido. En medicina humana, la mortalidad global en los primeros 30 días tras una cirugía torácica supera con creces la de cualquier otro tipo de cirugía mayor, oscilando entre el 2 y el 18% (Massard et al. 1995; Pierce et al. 1994). Esto es consecuencia a la elevada incidencia de complicaciones postoperatorias, sobre todo cardiorrespiratorias (Pierce et al. 1994; Deslailiers et al. 1994). Además, en estas intervenciones es necesario emplear ventilación mecánica, la cual ha demostrado ser un factor de riesgo anestésico. La ventilación controlada provoca un aumento de presión intratorácica durante la inspiración disminuyendo el retorno venoso y provocando un descenso la presión arterial de dióxido de carbono, reduciendo así la estimulación simpático-adrenal del corazón. Por otra parte, se produce una mayor inhalación del agente anestésico lo que provoca una depresión cardiovascular dosis dependiente, debido a la mayor eficiencia del transporte del agente (Horwitz et al. 1968; Cullen y Eger, 1974; Steffey et al. 1974; Steffey et al. 1975; Thurmon et al. 1996; Hall et al. 2001). Brodbelt (2006), describía un aumento de la mortalidad en pacientes de alto y bajo riesgo anestésico mantenidos con ventilación mecánica. En medicina humana aproximadamente la mitad de los pacientes sometidos a toracotomías tienen dolor muy intenso en reposo y casi las dos terceras partes manifiestan dolor severo con la tos, el movimiento y la fisioterapia respiratoria. Se ha comprobado que la función pulmonar puede disminuir a un 25-30% de los valores previos después de la cirugía torácica (Vanhoorebeeck et al. 1991). Un componente importante, aunque no el único de la disfunción pulmonar postoperatoria, es el dolor (Torre et al. 1989). En resumen, la alta mortalidad observada en nuestro estudio en cirugía torácica puede explicarse por tres factores: la falta de práctica en este tipo de procedimientos, los desequilibrios cardiopulmonares que ocasiona la ventilación y un inadecuado control del dolor en estas cirugías.

La urgencia del procedimiento como factor de riesgo ha sido estudiada por Brodbelt (2006). Este autor lo considera un factor predictivo de mortalidad anestésica: las intervenciones consideradas como urgentes se asociaban a un aumento del riesgo relativo de 2,5 comparadas con las anestесias programadas. En los procedimientos de urgencia se trabaja en desventaja: fuera del horario normal de la clínica, se realiza una

mala estabilización de los pacientes y se dispone de menos personal, que además está probablemente fatigado (Brodbelt, 2006). Nosotros no hemos estudiado este factor, aunque estudios posteriores deberían evaluarlo.

La Gráfica 24 compara nuestros datos con los obtenidos por Redondo et al. (2001). Podemos observar que en España ha habido una reducción en las muertes de las intervenciones traumatológicas, torácicas y técnicas diagnósticas, mientras que no ha habido cambios en la cirugía menor ni en la abdominal.

Gráfica 24. Estudio comparativo de la mortalidad anestésica del estudio de Redondo et al. (2001) y el actual, según el procedimiento realizado.



CA: cirugía abdominal; CM: cirugía menor; TRAUM: traumatología; DIAG: anestesia en técnicas diagnósticas; TOR: cirugía torácica.

La mortalidad aumenta conforme lo hace el **riesgo anestésico** en los pacientes. La mortalidad fue del 0,33% en los pacientes de bajo riesgo anestésico (ASA I y II) y del 3,98% en los de alto riesgo (ASA III, IV y V). El estado de salud evaluado por la clasificación ASA (Anónimo, 1963) ha demostrado su relación con la mortalidad anestésica tanto en pequeños animales (Clarke y Hall, 1990; Dyson et al. 1998; Hosgood y Scholl, 1998; Redondo et al. 2001; Brodbelt, 2006), como en caballos (Johnston et al. 2004). La enfermedad subyacente reduce la capacidad de respuesta del organismo frente a los efectos depresores que provoca la anestesia (Clarke y Hall, 1990; Brodbelt, 2006). La mortalidad superior en los pacientes de alto riesgo anestésico es razonable, ya que son animales con un estado de salud comprometido. Sin embargo,

valorar cuántos de estos individuos han muerto íntegramente a causa de la anestesia es difícil. Uno de los puntos conflictivos de los estudios de mortalidad anestésica es valorar si la causa de la misma ha sido la anestesia en sí o es la consecuencia de la enfermedad que sufría el paciente. En los pacientes de bajo riesgo anestésico la asociación entre muerte y anestesia es más directa. En animales con un buen estado de salud la causa más probable que explica la muerte es la depresión que produce la anestesia en sus sistemas vitales. En cambio, en los de alto riesgo la muerte puede ser debida a una combinación de factores relacionados con la anestesia y su mal estado general. Entre los perros de alto riesgo anestésico que murieron después de la anestesia se encuentran muchos que fueron intervenidos por urgencias gastrointestinales como dilatación-torsión gástrica y enterotomías, así como por problemas reproductores relacionados con piometras. Estas alteraciones suponen *per se* un gran riesgo para la vida del animal y tras su resolución es probable que sucedan otras complicaciones como son liberación de toxinas y radicales libres al torrente circulatorio, provocando síndromes de reperfusión que ponen en peligro la vida del animal. Brodbelt (2006) observó que un incremento en la clasificación del ASA del paciente se relacionaba con un aumento de 6 puntos en el riesgo relativo.

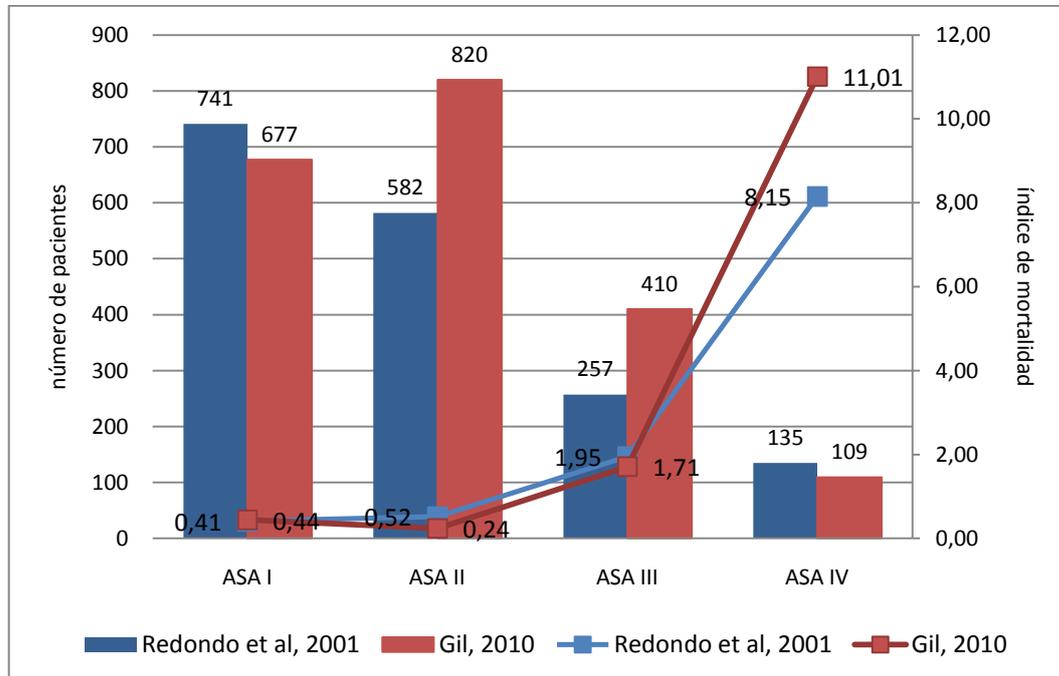
La evaluación preanestésica de un paciente es clave para determinar su riesgo anestésico (McKelvey y Hollingshead, 2003). Este examen nos permite detectar las patologías subyacentes que presenta y así poder estabilizarlo antes de la anestesia. De esta forma se reduce la probabilidad de que ocurran complicaciones durante el procedimiento, lo que en definitiva reduce su riesgo anestésico y por tanto, sus probabilidades de muerte. Es preferible estabilizar a los pacientes mediante tratamientos médicos y/o quirúrgicos indicados según su situación, ya que así su organismo será capaz de hacer frente de forma más adecuada a los efectos depresores de la anestesia. Al mismo tiempo, si conocemos su estado fisiopatológico podremos escoger el protocolo anestésico más adecuado a su caso.

La evaluación preanestésica requiere de la realización de una anamnesis, un examen físico y pruebas complementarias para evaluar el estado de salud del paciente que va a ser sometido a una anestesia. Hay debate sobre la idoneidad de realizar pruebas complementarias rutinariamente en los pacientes que van a ser anestesiados. Diversos trabajos han evaluado la importancia de la realización de análisis sanguíneos previos a la cirugía (Hall et al. 2001; Clutton, 2005). La *Association of Veterinary Anaesthetists* (AVA) debatió sobre el beneficio de realizar análisis de sangre rutinarios y concluyeron que este factor no era trascendente a no ser que el animal tuviera evidencias clínicas de

una enfermedad preexistente, caso en el que sí era necesario (Hall et al. 2001). Otro estudio obtuvo resultados similares, concluyendo que no se apreciaba una mejoría en el procedimiento anestésico de los pacientes por realizar análisis de sangre (Alef et al. 2008). En cambio, en el último trabajo realizado por Brodbelt (2006), si se evidenció un descenso del riesgo relativo en los pacientes de alto grado ASA en los que se habían realizado análisis. Diagnosticar la existencia de una enfermedad cardiopulmonar previa a la anestesia es especialmente importante. Muchas muertes asociadas con la anestesia están relacionadas con un compromiso cardiovascular o respiratorio, y en la mayoría de las anestesias se deprimen ambos sistemas (Hall y Clarke, 1991; Hall y Taylor, 1994). La realización de radiografías torácicas y electrocardiogramas nos permiten evaluar estas patologías, aunque el beneficio de su realización no ha sido estudiado todavía.

Si comparamos nuestros resultados con los datos publicados por Redondo et al. (2001), no hay diferencias estadísticas comparando la mortalidad de los diferentes ASA entre sí (Gráfica 25).

Gráfica 25. Estudio comparativo de la mortalidad canina entre el estudio de Redondo et al. (2001) y el actual, según el riesgo anestésico.



El tipo de mantenimiento no afecta a la mortalidad anestésica canina, como ya ocurría en 2001 (Redondo et al. 2001). La anestesia parenteral es una opción segura si mantenemos los principios básicos de oxigenación, fluidoterapia y monitorización

(Redondo et al. 1998). En cambio, en el Reino Unido sí se ha registrado una mortalidad muy superior en pacientes anestesiados íntegramente con fármacos intravenosos o que fueron inducidos con mascarilla y mantenidos con anestésicos inhalatorios. Se ha descrito que las combinaciones más seguras fueron la inducción con un anestésico parenteral y el mantenimiento con uno inhalatorio (Brodbelt, 2006).

Los procedimientos de larga **duración** tienen aumentada la probabilidad de muerte, lo cual ya se había documentado en trabajos precedentes (Pottecher et al.1984; Tired et al. 1986; Trim et al.1989; Young y Taylor, 1990; Young y Taylor, 1993; Johnston et al. 1995; Biboulet et al. 2001; Johnston et al. 2002; Newland et al. 2002). Las anestесias prolongadas se relacionan con cirugías complicadas y al mismo tiempo provocan una mayor depresión cardiorrespiratoria e hipotermia, lo que agravaría el estado del paciente (Waterman, 1981; Dhupa, 1995).

El análisis univariante de los distintos **fármacos empleados** en los diversos protocolos anestésicos mostró que el uso de etomidato, isoflurano o los AINEs influye en la probabilidad de muerte perianestésica.

El uso de etomidato en la inducción aumenta las probabilidades de muerte. Este fármaco se utiliza más frecuentemente en pacientes de alto riesgo, ya que diversos estudios indican que proporciona una rápida inducción con buena estabilidad cardiovascular y respiratoria (Branson, 2007). Es de esperar pues, que el estudio univariante indique una mayor mortalidad al emplearse más en pacientes de alto riesgo, precisamente los que más probabilidades de muerte tienen. El etomidato provoca supresión de la actividad adrenal, reduciendo la síntesis de esteroides y anulando la respuesta al estrés de la cirugía. Algunos autores consideran que se trata de un efecto beneficioso que reduce la mortalidad postoperatoria (Branson, 2007). Sin embargo, en un estudio reciente en medicina humana se demostró que esta supresión adrenal provocada por la inducción con etomidato podía contribuir a aumentar los días de hospitalización en la unidad de cuidados intensivos (UCI) y en planta, comparada con una inducción con midazolam y fentanilo, y prolonga la necesidad de soporte ventilatorio en pacientes con traumatismos (Ray y McKeown, 2007; Hildreth et al. 2008).

El mantenimiento con **isoflurano** presentó una mayor mortalidad anestésica. No tenemos una explicación clara a este hallazgo. Una primera explicación podría ser que el isoflurano se emplea con más frecuencia en pacientes de mayor riesgo, pero tras estudiar estadísticamente esta relación se observó que no fue así: se emplea

isofluorano en la misma proporción en pacientes de alto y bajo riesgo. Otra explicación podría ser que esta mayor mortalidad en animales anestesiados con isofluorano estuviera relacionada con la falsa sensación de seguridad que aporta la anestesia inhalatoria frente a la parenteral. El isofluorano es un potente depresor cardiovascular y respiratorio (McKelvey y Hollingshead, 2003). Por ello, sería necesario monitorizar las fracciones inspirada y espirada del anestésico inhalatorio para asegurar su correcta administración, porque si no se podría producir una sobredosificación sistemática de dicho fármaco. Sin embargo, esta monitorización está poco implantada en las clínicas veterinarias españolas. De todas formas, el empleo de otros anestésicos inhalatorios también debería haber mostrado una mayor mortalidad de acuerdo con este razonamiento.

El empleo de **AINEs en el preoperatorio, intraoperatorio y postoperatorio** provoca un descenso de la mortalidad anestésica. Los AINE que se administraron en el pre, intra o postoperatorios evidenciaron unas odds ratio de 0,3, 0,3 y 0,2 con respecto a los animales en los que no fueron utilizados.

Los AINEs tienen efectos analgésicos, antiinflamatorios y antiagregantes plaquetarios (Kerr, 2007). En primer lugar, podríamos atribuir el descenso de la mortalidad que provocan a su efecto analgésico. Sin embargo, si esto fuera así, los narcóticos, que generalmente se consideran los fármacos más eficaces en el tratamiento del dolor agudo (Kerr, 2007), también habrían mostrado un descenso en la mortalidad. La diferencia que se ha encontrado entre ambos tipos de analgésicos es que, los AINEs producen una mejor analgesia al movimiento, con lo que provocan una movilidad más temprana del paciente, reduciendo en muchos casos el tiempo de hospitalización. Otra ventaja de los AINEs es que no provocan efectos secundarios a nivel gastrointestinal, como el íleo paralítico, con lo que la alimentación se instaura rápidamente (Reyes et al. 2004). Pero ya que los opioides tienen un mayor poder analgésico, cabe pensar que la reducción de la mortalidad se debe a sus otros efectos. Sus efectos antiinflamatorios que evitan la activación de la cascada de la inflamación y sus características de antiagregantes plaquetarios, les confiere cualidades capaces de evitar complicaciones postoperatorias como es el desarrollo de trombos (Piqué, 2000; Lanás, 2001; Mukherjee et al. 2001). El tromboembolismo venoso (TEV) es una causa importante de morbimortalidad en personas hospitalizadas sometidas a cirugía mayor a pesar de la profilaxis antitrombótica, encontrándose hasta en un 10% de las necropsias (Páramo et al. 2008). En medicina humana, la profilaxis antitrombótica es una práctica esencial en los pacientes quirúrgicos y en los hospitalizados con factores de riesgo de TEV. Sin

profilaxis, la incidencia de trombosis venosa profunda confirmada con métodos objetivos es del 10-40% entre los pacientes médicos o de cirugía general y del 40-60% después de cirugía ortopédica mayor, estos trombos pueden llegar ocasionar un embolismo pulmonar (Páramo et al. 2008). Sin embargo, el empleo de heparinas de bajo peso molecular no es habitual en cirugía veterinaria. Los únicos fármacos con actividad antitrombótica que se emplean con regularidad son los AINEs y suplirían en parte esta carencia.

6.2.2. Estudio multivariante

En un sentido amplio el análisis multivariante se refiere a todos los métodos estadísticos que analizan simultáneamente medidas múltiples de cada individuo sometido a una investigación. Así, cualquier análisis simultáneo de más de dos variables puede ser considerado como un análisis multivariante. En sentido estricto, muchas técnicas multivariantes son extensiones del análisis univariante (análisis de distribuciones de una sola variable) y del análisis bivariante (clasificaciones cruzadas, correlación, análisis de la varianza y regresiones simples utilizadas para analizar dos variables).

Un análisis, para ser considerado verdaderamente multivariante, todas las variables del estudio deben ser aleatorias y estar interrelacionadas de tal forma que sus diferentes efectos no puedan ser interpretados separadamente con algún sentido. El propósito del análisis multivariante es medir, explicar y predecir el grado de relación de los valores teóricos (combinaciones ponderadas de variables).

El estudio multivariante evaluó el efecto que tenía cada uno de los factores de la reseña y los fármacos empleados en el protocolo anestésico en relación con la muerte perianestésica. Este análisis se aplicó para determinar las variables que proporcionaban una mayor información sobre el pronóstico de la mortalidad, y así obtener un índice pronóstico que permita la identificación de aquellos pacientes de alto y bajo riesgo de muerte anestésica (Pedersen et al. 1990). El estudio multivariante nos permite identificar aquellos factores que provocan *per se* un aumento de la mortalidad anestésica en el paciente. Así pues, los resultados que tienen una significación estadística en este apartado suponen un aumento de la mortalidad por sí mismos, sin tener relación alguna o necesitar una explicación de otros factores de estudio.

Hemos dividido este estudio en tres apartados, para poder evaluar aquellos factores que provocan un aumento de la mortalidad en el periodo perioperatorio, intraoperatorio y postoperatorio.

6.2.2.1. Mortalidad perianestésica

Los dos factores de riesgo que afectan a la probabilidad que un perro muera desde la administración de la premedicación anestésica hasta 24 horas después de la extubación son el riesgo anestésico del paciente y el uso o no de antiinflamatorios no esteroideos en el postoperatorio.

Ya hemos comentado en detalle que el **riesgo anestésico** ha sido descrito como el principal factor que pronostica la probabilidad de muerte (Clarke y Hall, 1990; Dyson et al. 1998; Hosgood y Scholl, 1998; Redondo et al. 2001; Johnston et al. 2004; Brodbelt, 2006). La probabilidad de muerte aumenta conforme lo hace el riesgo anestésico, relación lógica ya que el riesgo anestésico indica directamente el estado de salud del paciente. Consecuentemente, si reducimos el riesgo anestésico del paciente mediante la estabilización médica del mismo, podemos reducir de una forma evidente las probabilidades de muerte anestésica. La evaluación preanestésica es un paso fundamental antes de una anestesia ya que nos va a permitir conocer el riesgo anestésico del paciente identificando las patologías del mismo. Este examen sencillo y sin excesivo coste económico nos puede ayudar a reducir o minimizar las complicaciones durante la anestesia.

El otro factor que reduce la mortalidad anestésica es el uso de antiinflamatorios no esteroideos en el postoperatorio. Los **AINEs** evitan la producción tisular de prostaglandinas mediante la inhibición de la enzima ciclooxigenasa que convierte al ácido araquidónico en endoperoxidasas cíclicas inestables, que a continuación forman prostaglandinas, prostaciclina y tromboxanos. Su efecto analgésico se realiza por inhibición de la producción de prostaglandinas inflamatorias en el sitio lesionado, inhibición de prostaglandinas centrales, o por otros efectos a nivel central. Todos los AINEs tienen efectos analgésicos, antiinflamatorios, antiagregantes plaquetarios y antipiréticos (Kerr, 2007). Como hemos comentado más arriba, consideramos que el descenso de la mortalidad de aquellos pacientes en los que se ha empleado AINEs perioperatorios puede estar más relacionado con su efecto a nivel de la coagulación, aunque no deben descartarse sus beneficiosos efectos analgésicos o antiinflamatorios.

6.2.2.2. Mortalidad intraoperatoria

La única variable que influye en que un animal muera o no durante la anestesia mientras está inconsciente es el ASA. Los pacientes ASA I, II y III, no tienen diferencias entre sí, mientras que los ASA IV presentan una probabilidad de muerte 20,8 veces superior a los ASA I, grupo que se tomó como referencia. Como se ha comentado previamente y en diversos estudios (Clarke y Hall, 1900; Dyson et al. 1998; Hosgood y Scholl, 1998; Hosgood y Scholl, 2002; Redondo et al. 2001; Brodbelt et al. 2006; Brodbelt, 2006). El riesgo anestésico evaluado mediante la clasificación ASA, es el principal factor de riesgo que tenemos que considerar y tomar precauciones conforme aumenta su grado. Animales con alteraciones fisiológicas previas a la anestesia no podrán compensar adecuadamente todos los desequilibrios de sistemas como el cardiorrespiratorio pudiendo producirse la muerte del paciente con mayor facilidad (Hall y Clarke, 1991; Hall y Taylor, 1994; Brodbelt, 2006).

6.2.2.3. Mortalidad postoperatoria

Nuevamente la probabilidad de muerte de los pacientes ASA III y ASA IV es superior a la de los ASA I, lo que confirma una vez más la importancia de este factor de riesgo y que ya ha sido discutido más arriba.

Asimismo, varios fármacos empleados en el protocolo anestésico influyen en la supervivencia postoperatoria. En este sentido, el empleo de narcóticos agonistas puros en el preoperatorio y el uso postoperatorio de antiinflamatorios no esteroideos reducen la probabilidad de muerte. Por el contrario, el mantenimiento con isofluorano o la infusión continua y conjunta de medetomidina, lidocaína y ketamina durante el mantenimiento provocan un aumento en la mortalidad postanestésica.

El hecho que el empleo de analgésicos, bien narcóticos, bien AINEs, reduzcan la mortalidad postanestésica, indica claramente que el dolor es un factor de riesgo y provoca un aumento de la probabilidad de muerte. El dolor predispone a complicaciones perianestésicas (Ready, 2000; Henke y Erhardt, 2006); por lo que podría ocasionar una mayor morbilidad y mortalidad anestésicas.

Así pues, el uso de opioides en el preoperatorio nos permitirá prevenir en muchas ocasiones el estímulo doloroso antes de que éste se desencadene, lo cual es más

eficaz que emplearlos cuando el dolor ya ha aparecido (Thurmon et al. 1999). La efectividad de los AINEs en el control del dolor postoperatorio ha sido ampliamente descrita con anterioridad (Young y Yee, 1994; Reyes et al. 2004), y nuestros resultados indican una vez más los beneficios de estos fármacos para reducir la mortalidad anestésica. Además, un adecuado control del dolor perioperatorio ayuda a una pronta recuperación del paciente, reduciendo el tiempo de hospitalización y la mortalidad anestésica en general (Dahl, 2000). El uso de una anestesia balanceada en la cual se emplean agentes anestésicos junto con analgésicos proporciona una anestesia más segura, al poder reducir las dosis de estos fármacos y sus efectos secundarios negativos, además de prevenir los fenómenos de hiperalgesia secundaria y la alodinia (Erhardt et al. 2006).

El empleo de isoflurano, como ya indicaba el estudio univariante, está relacionado con un aumento de la mortalidad. El hecho que el análisis multivariante evidencie este hallazgo indica que el empleo de isoflurano, *per se*, e independientemente de otros factores, provoca un aumento de la mortalidad anestésica postoperatoria en los perros. No tenemos una explicación clara a esta observación. Podría estar relacionado con la falsa seguridad anestésica que supone el uso de éste fármaco, con el que se puede sobredosificar al paciente si no tenemos un control estricto de las fracciones inspiradas y espiradas del agente anestésico. En estas condiciones podrían aparecer complicaciones intraoperatorias que ocasionaran daños que provocarían la muerte del paciente en el postoperatorio. Cuando se usan concentraciones clínicas, el isoflurano mantiene los parámetros cardíacos cercanos a los niveles preanestésicos. Únicamente aparece una pequeña disminución del gasto cardíaco, con mínima depresión de las células miocárdicas y un pequeño efecto en el ritmo cardíaco (Hall y Clarke, 1991; McKelvey y Hollingshead, 2003). Sin embargo, incrementos en las concentraciones de isoflurano han mostrado que aumentan el umbral para la fibrilación atrial en el perro y tiene un efecto antifibrilatorio del tejido atrial (Freeman et al. 1990). El isoflurano reduce la resistencia vascular periférica al provocar vasodilatación, lo que ocasiona una disminución de la presión sanguínea que puede observarse, particularmente, a niveles profundos de anestesia (Hall y Clarke, 1991; McKelvey y Hollingshead, 2003; Erhardt et al. 2006). Además, el isoflurano provoca depresión respiratoria dosis dependiente, aumenta la resistencia pulmonar y reduce la complianza pulmonar (Erhardt et al. 2006). Por último, el isoflurano puede provocar una disminución reversible de la tasa de filtración glomerular y de la producción de orina (Erhardt et al. 2006). En consecuencia, la monitorización de las fracciones finales espirada e inspirada de anestésico debería ser rutinaria si se emplean fármacos halogenados para evitar situaciones de

sobredosificación. En nuestro estudio no hemos preguntado a los veterinarios colaboradores, de qué equipo de monitorización anestésica disponen. Estudios posteriores debería dilucidar las causas de esta mayor mortalidad, quizá relacionando las fracciones espiradas de anestésico con un aumento de la incidencia de complicaciones intraoperatorias.

El uso de infusiones continuas de medetomidina, lidocaína y ketamina también provoca un aumento en la mortalidad. Tampoco tenemos una explicación de este hallazgo. La administración en infusión continua tiene como objetivo reducir las necesidades de anestésico general. Se ha demostrado que una infusión de morfina, ketamina y lidocaína reduce la concentración alveolar mínima en el perro (Muir et al. 2003). Es probable que el uso de estas infusiones continuas unido a la administración de fármacos anestésicos y analgésicos diversos aumente el desarrollo de los efectos secundarios e interacciones entre los distintos medicamentos empleados provocando una mayor alteración de los sistemas vitales del paciente. La anestesia multimodal obliga a disminuir las dosis efectivas individuales de cada fármaco debido a la sinergia en sus efectos, y hemos de recordar que la anestesia multimodal no puede evitar la presencia de efectos secundarios idiosincrásicos que son independientes de la dosis administrada (Reyes et al. 2004).

6.3. Factores de riesgo anestésico en el gato

6.3.1. Estudio univariante

No hemos observado ninguna diferencia estadística en la mortalidad anestésica de las diferentes **razas**. La raza más predominante, que se utilizó como referencia, fue la de los felinos comunes europeos. En otros estudios se han descrito índices de mortalidad superiores en razas de gatos braquiocefálicos como son los persas y los himalayos probablemente como consecuencia de la malformación de las vías aéreas superiores que sufren (Dyson et al. 1998; Redondo et al. 2001).

Tampoco se ha detectado ninguna diferencia estadística en relación con el **sexo**. Redondo et al. (2001) apuntaron que podría esperarse un aumento de la mortalidad en machos, ya que muchas intervenciones de urgencia en pacientes de alto riesgo se asocian directamente con los machos, como el sondaje de pacientes con obstrucción uretral en un Síndrome Urológico Felino o una mayor predisposición a sufrir traumatismos, aunque en ese trabajo tampoco recogieron diferencias estadísticamente significativas (Redondo et al. 2001).

En relación con la **edad**, en nuestro estudio no se observan diferencias significativas. En otros trabajos previos, tanto Brodbelt (2006) como Redondo et al. (2001) sí que detectaron un aumento de la mortalidad en los gatos geriátricos. En estos estudios se relacionó con el mayor compromiso de los principales sistemas vitales, como es el cardiorrespiratorio, renal o hepático, que suelen estar más afectados en animales geriátricos. Este hecho hace que el animal esté menos capacitado para adaptarse a la depresión provocada por el procedimiento anestésico (Neiger-Aeschbacher, 2007).

El **peso** no ha sido evaluado en el estudio felino, debido al estrecho rango que presentaban los individuos. Otros estudios sí lo han hecho. Brodbelt (2006) detectó un mayor índice de mortalidad en aquellos gatos de menos de 2 Kg. de peso, así como en los gatos obesos. La obesidad se ha considerado como factor de riesgo anestésico al provocar un mayor compromiso respiratorio y predisponer al paciente a una sobredosis anestésica relativa debido a la acumulación de ciertos agentes anestésicos en la grasa corporal (Hall et al. 2001; Brodbelt, 2006). Al igual que hemos comentado en el estudio de la mortalidad anestésica canina, estudios posteriores deberían estudiar la importancia de la obesidad como factor de riesgo.

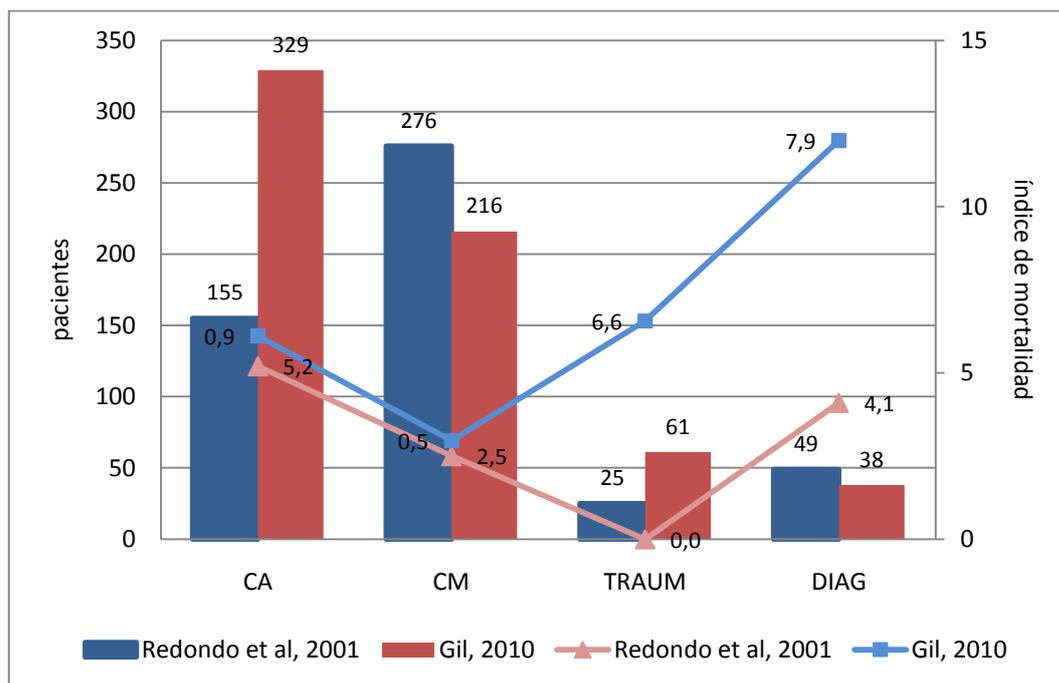
En los gatos el **tipo de intervención** que se tomó como referencia fue la cirugía abdominal. Comparada con ella se observó un aumento de la mortalidad en intervenciones traumatológicas, técnicas exploratorias y cirugías torácicas.

Las cirugías traumatológicas en gatos están asociadas a traumatismos importantes donde pueden verse afectados otros sistemas vitales, lo que ocasiona que el estado de salud del paciente está muy comprometido (Fossum, 1997). Lo mismo ocurre en las cirugías torácicas. Las más comunes han sido la resolución de hernias diafragmáticas y la colocación de drenajes pleurales. En las hernias diafragmáticas gran cantidad de vísceras abdominales pasan a la cavidad torácica provocando un gran compromiso cardiorrespiratorio (Fossum, 1997; Pascoe, 2007). A esto se le suman las posibles complicaciones secundarias a la resolución de la hernia, como son el síndrome de reperfusión tisular y el edema por reexpansión pulmonar (Fossum, 1997; Stampley y Waldron, 1993; Buergelt, 1994; Pascoe, 2007). En el caso de la colocación de drenajes, éstos pueden ser requeridos en traumatismos de la cavidad torácica, hernias diafragmáticas, cardiomiopatías, enfermedades infecciosas o neoplásicas en las que se produce un derrame pleural importante (Ettinger, 2005). En todos los casos, el paciente se encuentra en un estado crítico y este hecho justifica la mayor mortalidad en estas cirugías. Por último, se ha detectado un aumento importante de la mortalidad al realizar técnicas diagnósticas. Precisamente uno de los gatos murió al colocar un drenaje torácico. Por último, se ha detectado un aumento importante de la mortalidad al realizar técnicas diagnósticas. Dos gatos murieron al realizar un lavado endotraqueal y otro al realizar una broncoscopia. Estas pruebas se llevan a cabo en procesos respiratorios que no responden al tratamiento y en los que existe una sospecha fundada de un origen infeccioso. Estos animales tienen seriamente afectada la función pulmonar (Pascoe, 2007). Los gatos son pacientes que no muestran signos de enfermedad hasta que no están realmente enfermos. En ocasiones, el clínico decide realizar estas pruebas cuando su un estado de salud está muy comprometido. Deberíamos plantearnos estas pruebas diagnósticas como anestésias de riesgo y estabilizar al paciente antes de la anestesia.

Si comparamos nuestro estudio con el realizado por Redondo et al (2001), observamos que se ha producido un descenso en la mortalidad de las intervenciones abdominales y menores (Gráfica 26). En cambio, se ha producido un aumento en la mortalidad anestésica en traumatología, cirugía torácica y técnicas diagnósticas. Es difícil explicar este hallazgo ya que cabría pensar que los avances en la formación y dotación técnica de los profesionales veterinarios en los últimos años deberían haber disminuido la

mortalidad. Aun así, observamos esta mayor mortalidad en intervenciones complejas como son las cirugías torácicas, traumatológicas y técnicas exploratorias. Probablemente el veterinario en la actualidad se atreva a realizar procedimientos quirúrgicos o diagnósticos en pacientes muy graves, que en el pasado se resolvían con la eutanasia. Ya hemos comentado en el apartado anterior que éstas son intervenciones que están asociadas a estados de salud muy comprometidos y que en muchas ocasiones se relacionan con complicaciones postoperatorias difíciles de solucionar. Algunas de estas complicaciones son el edema de reexpansión pulmonar y el edema de reperfusión en el caso de las cirugías torácicas (Fossum, 1997; Stampley y Waldron, 1993; Buergelt, 1994), lesiones en órganos vitales (Fossum, 1997), así como el edema de glotis, laringoespasma y causas obstructivas, complicaciones que podemos asociar con múltiples intervenciones, pero que en pacientes en los que se esté realizando técnicas diagnósticas como un lavado broncoalveolar puede llevar a un compromiso respiratorio muy grave (Clarke y Hall, 1990; Dyson et al. 1998; Pascoe, 2007).

Gráfica 26. Estudio comparativo de la mortalidad anestésica en los gatos del estudio de Redondo et al. (2001) y el actual, según el procedimiento realizado.



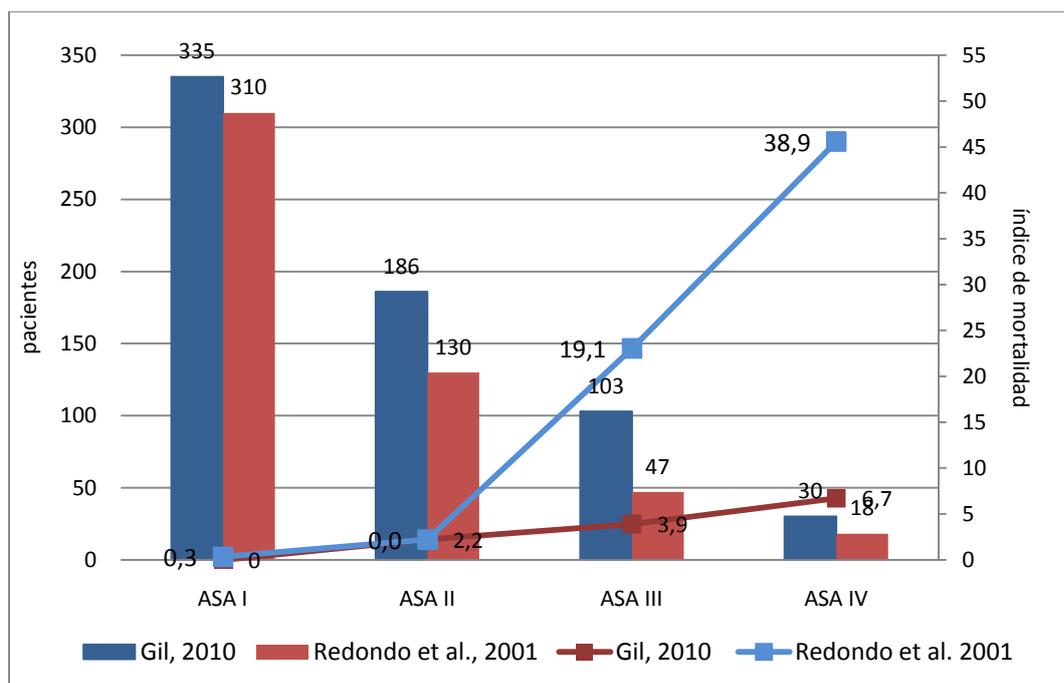
CA: cirugía abdominal; CM: cirugía menor; TRAUM: traumatología; DIAG: anestesia en técnicas diagnósticas; TOR: cirugía torácica.

La mortalidad aumenta conforme lo hace el **riesgo anestésico** de los gatos. Como ya hemos comentado más arriba, los resultados obtenidos inciden en la importancia de evaluar correctamente el riesgo anestésico del paciente, ya que es un factor íntimamente ligado a la mortalidad anestésica. Una vez más, debemos recalcar la

importancia de la realización de una correcta evaluación preanestésica que nos permita conocer el riesgo del paciente y las patologías que éste presenta para intentar estabilizarlas en la medida de lo posible antes de la intervención.

Si comparamos el estudio de Redondo et al. (2001), se observa una disminución en la mortalidad de los pacientes ASA I, III y IV, mientras que hay un aumento en la mortalidad de los ASA II (Gráfica 27). Para interpretar este resultado hemos de tener en cuenta que a la hora de comparar dos estudios de estas características deberían de tener el mismo tipo de diseño. En el caso de la categorización de los pacientes en los distintos grados ASA puede variar ligeramente según lo interprete cada clínico, aunque una clasificación en pacientes de bajo y alto riesgo soluciona esta subjetividad. El descenso más acusado se ha producido en los pacientes de alto riesgo (ASA III y IV), lo que podría mostrar una mejoría notable en el manejo de estos pacientes.

Gráfica 27. Estudio comparativo de la mortalidad entre el estudio de Redondo et al. (2001) y el actual, según el riesgo anestésico de los gatos.



No se han detectado diferencias estadísticas significativas entre el **mantenimiento** parenteral o inhalatorio. En el trabajo de Redondo et al. (2001) si que se observó una mayor mortalidad en aquellos gatos mantenidos con anestesia inhalatoria, lo cual se relacionó con el mayor uso de anestesia inhalatoria en pacientes de alto riesgo.

De los fármacos empleados en los **protocolos anestésicos** de los pacientes felinos se ha observado que el uso de analgésicos narcóticos puros (NAP) en el postoperatorio provoca un aumento de la mortalidad, en cambio los antiinflamatorios no esteroideos (AINEs) la disminuyen. Una primera aproximación para explicar estos resultados podría ser que estos fármacos se emplean en pacientes que, por otras razones, tienen una mayor o menor probabilidad de muerte.⁶ Es, por tanto, el estudio multivariante el que debe mostrar definitivamente su significación. De todas formas, estos fármacos también pueden tener efectos beneficiosos o perjudiciales que vamos a discutir a continuación.

Los opioides se utilizan de forma rutinaria en el tratamiento de dolor postoperatorio, pero tienen efectos secundarios adversos como la depresión respiratoria, sedación, trastornos del conocimiento, náuseas, vómitos e íleo (Kerr, 2007). Tradicionalmente se consideraba que era necesario el reposo intestinal después de las intervenciones mayores, pero este criterio puede provocar atrofia de las vellosidades intestinales y predisponer a disbiosis bacteriana y a la sepsis. Actualmente se promueve la nutrición enteral temprana después de la intervención quirúrgica para reducir estos cambios de la histología y de la función inmunitaria intestinales. Podría ocurrir que los trastornos intestinales, náuseas y vómitos que ocasionan los opioides provocaran anorexia en los pacientes y de esta forma aparezcan complicaciones en el postoperatorio. Además, es sabido que un gato anoréxico tiene tendencia a sufrir esteatosis hepática, trastorno metabólico que compromete seriamente la vida del animal (Johnson, 1995).

El empleo de AINEs, al igual que ocurría en el estudio de mortalidad anestésica en los perros, proporciona una mayor supervivencia anestésica. Además de las diferencias analgésicas hemos de tener en cuenta las otras características propias de los AINEs que los analgésicos opioides no poseen. Nos referimos a sus cualidades como antiinflamatorio y antiagregante plaquetario (Kerr, 2007), características que pueden suponer una ventaja en el postoperatorio al evitar procesos patológicos estimulados por la activación de la cascada de la inflamación o la trombosis, como ya se ha analizado en el apartado de mortalidad canina.

6.3.2. Estudio multivariante

⁶ Como veremos más adelante, el estudio multivariante no reconoce variaciones en la mortalidad anestésica debida al empleo de narcóticos agonistas puros o de AINEs.

Como ya hemos comentado, el objetivo del estudio multivariante es poder discernir entre aquellos factores de riesgo que pueden estar influenciados por otros con los que se relaciona o por lo contrario, son factores que producen un aumento de mortalidad en el paciente por sí mismos.

El estudio multivariante nos permite identificar aquellos factores que provocan *per se* un aumento de la mortalidad anestésica en el paciente. Así pues, los resultados que tienen una significación estadística en este apartado suponen un aumento de la mortalidad por sí mismos sin tener relación alguna con otros factores de estudio. Con este estudio hemos evaluado el efecto que tenía cada uno de los factores de la reseña y los fármacos empleados en el protocolo anestésico en relación con la muerte perianestésica.

También hemos subdividido este estudio en tres apartados, para poder evaluar aquellos factores que provocan un aumento de la mortalidad en el periodo perioperatorio, intraoperatorio y postoperatorio.

6.3.2.1. Mortalidad perianestésica

En este estudio comparamos los pacientes muertos en algún momento del procedimiento (es decir, desde la administración de la premedicación hasta las 24 horas posteriores a la extubación), con los que sobreviven más allá de dichas 24 horas.

El estudio multivariante ha demostrado que los factores que influyen en la mortalidad perianestésica son el motivo de la anestesia y el uso o no de sevoflurano en el mantenimiento.

Los pacientes anestesiados para realizar procedimientos diagnósticos, y los intervenidos para llevar a cabo cirugías torácicas y traumatológicas tienen una mortalidad relativa superior a los pacientes operados de cirugía abdominal, considerado el grupo de referencia. Estas intervenciones están relacionadas con un estado de salud muy comprometido, como ya se comentó en el apartado univariante.

Los pacientes que murieron a causa de la realización de técnicas diagnósticas, lo hicieron durante una broncoscopia y los otros dos durante un lavado broncoalveolar. Además de realizarse en pacientes con problemas en la función respiratoria, ambas

técnicas suponen un compromiso cardiorrespiratorio importante (Pascoe, 2007). Del total de muertes perianestésicas, las provocadas por problemas respiratorios suponen un 40-50% en gatos (Lumb y Jones, 1984; Clarke y Hall, 1990; Dyson et al. 1998). Estas muertes se asocian fundamentalmente a problemas con la intubación endotraqueal y a causas obstructivas (Clarke y Hall, 1990; Dyson et al. 1998). Durante la realización de técnicas diagnósticas como el lavado broncoalveolar es probable que se produzcan situaciones de obstrucción de vías aéreas por el exceso de secreción mucosa del paciente, en el caso de la broncoscopia esta obstrucción puede estar provocada por el propio endoscopio que limita mecánicamente el espacio para el intercambio gaseoso del paciente.

Por otra parte, en el caso de las intervenciones traumatológicas, las lesiones en órganos vitales concomitantes pueden hacer que el estado del paciente sea grave (Carroll y Martin, 2007) y justificaría el aumento de la mortalidad. En estos pacientes se puede producir un fallo circulatorio agudo provocado por isquemia miocárdica, arritmias graves, hipoxemia asociada a lesiones pulmonares u obstrucción en las vías aéreas, shock hemorrágico o alteraciones electrolíticas (Carroll y Martin, 2007).

Por último, la mayor mortalidad observada en cirugías torácicas se ha comentado también con anterioridad. De este tipo de intervenciones las más comunes han sido la resolución de hernias diafrágicas y la colocación de drenajes pleurales. En las hernias diafrágicas, gran cantidad de vísceras abdominales pasan a la cavidad torácica provocando un gran compromiso cardiorrespiratorio (Fossum, 1997). A esto se le suman las posibles complicaciones secundarias a la resolución de la hernia como son el síndrome de reperfusión tisular y el edema por reexpansión pulmonar (Fossum, 1997; Stampley y Waldron, 1993; Buergelt, 1994). En el caso de la colocación de drenajes, éstos pueden ser requeridos en traumatismos de la cavidad torácica, hernias diafrágicas, cardiomiopatías, enfermedades infecciosas o neoplásicas en las que se produce un derrame pleural importante (Ettinger, 2005).

El segundo factor que se ha asociado con una mayor mortalidad perianestésica en los pacientes felinos ha sido el uso del sevoflurano como agente anestésico. Estamos ante un hecho sorprendente del que no tenemos una explicación clara. En el estudio de mortalidad anestésica canina quedó patente que el empleo de isoflurano también aumenta la mortalidad. Sevoflurano e isoflurano son fármacos parecidos que pertenecen al grupo de los anestésicos halogenados (Matthews, 2007). El sevoflurano es un fármaco más inestable que otros anestésicos inhalatorios, y puede ser

descompuesto por los absorbentes de dióxido de carbono usados en los circuitos anestésicos (Brown y Frink, 1993). Al contacto con los absorbentes alcalinos de CO₂ (cal sodada o cal de hidróxido bórico) usados para la eliminación del CO₂ del circuito anestésico, el sevoflurano se degrada (Liu et al. 1991; Bito e Ikeda, 1994; Cunningham et al. 1996; Munday et al. 1996). Hanaki et al. (1987), identificaron cinco productos de descomposición cuando el sevoflurano reaccionaba con cal sodada en presencia de altas temperaturas, de ellos, el más importante es el fluorometil-2,2-difluoro-1-(trifluorometil) vinil éter, llamado compuesto A. Este metabolito ha citado como nefrotóxico en ratas (Gonsowski et al. 1994a; Gonsowski et al. 1994b; Keller et al. 1995; Kharasch et al. 1997) pero hasta la fecha no hay evidencias que el sevoflurano sea nefrotóxico en gatos sanos (Hikasa et al. 1996).

Diversos estudios demuestran que la concentración de este compuesto aumenta debido a factores como son: concentraciones mayores de sevoflurano, el uso de cal de hidróxido bórico frente a cal sodada, anestesia de bajos flujos, circuitos anestésicos cerrados, temperaturas más altas del absorbente y utilización de absorbente fresco (Tanifuji et al. 1989; Liu et al. 1991; Frink et al. 1992b; Bito e Ikeda, 1994; Munday et al. 1996). Una administración prolongada de anestésico da lugar a una mayor exposición, pero no necesariamente a unas concentraciones superiores de productos de degradación (Frink et al. 1992b).

En un estudio realizado por Frink et al. (1994b), se señala que los niveles de compuesto A producidos en un circuito semicerrado de anestesia con sevoflurano con cal sodada estaban por debajo de los niveles potenciales de toxicidad y no continuaban aumentando con la duración de la anestesia. A pesar de que es necesario aún la confirmación de su seguridad en anestesia de bajos flujos o con circuitos cerrados, parece probable que el daño renal producido por el compuesto A es mucho menor de lo que inicialmente se creía (Frink, 1995b). Sin embargo, no podemos descartar esta posibilidad.

En el estudio canino postulamos que una falsa sensación de seguridad podría ser la causa de esta mayor mortalidad, sobre todo si no se monitorizan las fracciones espiradas e inspiradas de anestésico. El sevoflurano, provoca depresión cardiovascular dosis dependiente, y podría provocar fallos orgánicos si se sobredosifica (Matthews, 2007).

Por otra parte, estudios recientes han documentado que la hiperglucemia intraquirúrgica es un factor de riesgo que aumenta tanto la morbilidad como la mortalidad anestésica (Zuurbier et al. 2008). En este artículo se hizo una comparativa entre distintos agentes anestésicos. Se observó que anestésicos inhalatorios como el sevoflurano, el isoflurano y el empleo de asociaciones de distintos fármacos como la ketamina, medetomidina y atropina provocaban hiperglucemia en el paciente anestesiado. Esta elevación de la glucosa puede ser explicada, al menos parcialmente, por la inhibición en la liberación de la insulina estimulada por el aumento de glucosa en sangre. Este mismo trabajo argumentaba el efecto de la hiperglucemia sobre la mitocondria hexokinasa, la cual actúa previniendo la muerte celular, pero en presencia de altos niveles de glucosa este efecto se ve alterado (Zuurbier et al. 2008). En otro trabajo se estudió el efecto del sevoflurano y el propofol sobre el metabolismo de la glucosa bajo condiciones aeróbicas. Como conclusión se extrajo que el propofol solo o acompañado de buprenorfina no tenía un efecto significativo sobre el nivel de glucosa sanguínea del paciente, mientras que el sevoflurano o la asociación de sevoflurano y buprenorfina provocaban una hiperglucemia evidente en el paciente (Kitamura et al. 2009). Por otra parte, muchos trabajos documentan el efecto cardioprotector de los agentes anestésicos volátiles frente al propofol. Este efecto está producido por la activación de los canales K ATP-sensitivos (K (ATP)), que previene la lesión del miocardio. Sin embargo, este efecto cardioprotector se ve limitado ante situaciones de hiperglucemia por el bloqueo de estos canales K-ATP (Yamanaka y Hayashi, 2009). Se ha demostrado que la hiperglucemia es un factor de riesgo durante los procedimientos anestésicos. Los agentes anestésicos inhalatorios, como el sevoflurano e isoflurano, estimulan la hiperglucemia debido a una inhibición de la liberación de insulina. Y a su vez, la hiperglucemia provoca que estos agentes anestésicos pierdan su efecto cardioprotector, actuando a nivel de los canales K -ATP (Zuurbier et al. 2008; Kitamura et al. 2009; Yamanaka y Hayashi, 2009). Este factor debería ser estudiado en profundidad en sucesivos trabajos, para poder valorar si la mayor mortalidad relacionada con el sevoflurano se debe a su efecto hiperglucemiante o a características propias de dicho agente anestésico en el gato que provocan lesiones que desembocarían en la muerte del paciente.

6.3.2.2. Mortalidad intraoperatoria

En este estudio comparamos los pacientes muertos durante la anestesia con los que sobreviven al mantenimiento anestésico y se extuban. Quedan excluidos los pacientes muertos en el postoperatorio.

No se encontraron diferencias significativas en este apartado, con lo que ninguno de los factores estudiados influye en la probabilidad de muerte intraoperatoria. Es decir, ninguna de las variables estudiadas influye en la probabilidad de muerte del paciente desde la administración de la premedicación hasta la extubación.

6.3.2.3. Mortalidad postoperatoria

En este apartado comparamos los pacientes que mueren en el postoperatorio con los que sobreviven después de las 24 horas. Quedan excluidos los pacientes muertos en el intraoperatorio.

El estudio multivariante de la mortalidad postoperatoria indicó, como ya ocurría en el estudio perianestésico, que los factores de riesgo con resultados significativos fueron el uso de sevoflurano y el procedimiento quirúrgico o diagnóstico. En el último caso, solo supusieron un aumento de la mortalidad las técnicas diagnósticas y las cirugías traumatológicas, mientras que en el estudio perianestésico los procedimientos que supusieron un aumento de la mortalidad fueron las técnicas diagnósticas, cirugías traumatológicas y torácicas. Esto podría explicarse por el escaso número de pacientes felinos intervenidos de cirugía torácica y en consecuencia, por el pobre poder estadístico de este factor de estudio. La discusión de estos factores ha sido realizada más arriba.

7. CONCLUSIONES

De los resultados de este estudio podemos extraer las siguientes conclusiones:

Mortalidad anestésica canina

1. La mortalidad anestésica canina actual en España es de 1,28%, similar a la observada hace 10 años y superior a la descrita en otros países del extranjero.
2. Un 77% de las muertes se produce en las primeras 24 horas tras la extubación, lo que revela la importancia de la vigilancia de los pacientes durante este periodo.
3. El estudio univariante revela un aumento de la mortalidad en perros Yorkshire terrier y Labrador, animales de más de 7 años de edad, en intervenciones abdominales y torácicas, pacientes de alto riesgo anestésico y en anestесias de más de 60 minutos. El uso de etomidato en la inducción e isoflurano en el mantenimiento también se relacionan con una mayor probabilidad de muerte, mientras que el uso de AINEs reducen la mortalidad.
4. La mortalidad anestésica aumenta conforme lo hace el riesgo anestésico, recalcando la importancia de evaluar y estabilizar al paciente antes de la anestesia para minimizarlo.
5. El uso de analgésicos opioides en el preoperatorio y de AINEs en el postoperatorio reduce la mortalidad, con lo que se aconseja su uso rutinario.
6. La probabilidad de muerte postoperatoria aumenta en pacientes en los que se emplea isoflurano o una perfusión continua de medetomidina, lidocaína y ketamina en el mantenimiento. Posteriores estudios deberán aclarar estos hallazgos.

Mortalidad anestésica felina

7. La mortalidad anestésica felina actual en España es de 1,82%, estadísticamente similar al observado hace una década, y superior a la de otros países de nuestro entorno.
8. La mayoría de las muertes, un 83%, se produce en el postoperatorio, lo que evidencia nuevamente la importancia de la vigilancia postoperatoria de los pacientes.
9. El estudio univariante indicó un aumento de la mortalidad en los felinos de alto riesgo anestésico, intervenidos de cirugías traumatológicas o torácicas o

anestesiados para realizar técnicas diagnósticas. El empleo de opioides en el postoperatorio aumenta la mortalidad, mientras que el uso de los AINEs postoperatorios supone un descenso.

10. El estudio multivariante indica que los tipos de intervenciones que se relacionan con un aumento de la mortalidad son las cirugías traumatológicas, torácicas y las técnicas diagnósticas. La evaluación y estabilización previa de estos pacientes es importante, ya que generalmente presentan múltiples sistemas vitales afectados.
11. El uso de sevoflurano durante el mantenimiento ha demostrado ser un factor de riesgo. Este resultado debería ser evaluado en trabajos posteriores.

8. RESUMEN

Objetivo: El objetivo de este trabajo es estudiar la mortalidad anestésica canina y felina actual en España.

Material y método: Se ha realizado un estudio epidemiológico multicéntrico y prospectivo, contando con la colaboración de 39 clínicas y hospitales veterinarios españoles. Se estudiaron las anestésias de perros y gatos que se realizaron entre marzo de 2006 y febrero de 2007. Se registraron detalles de la reseña del paciente, procedimiento, manejo y protocolos anestésicos. Se definió la muerte perianestésica como la que tuvo lugar entre la administración de la premedicación y las 24 horas posteriores a la extubación. El estudio estadístico consistió, en primer lugar, en la determinación de la incidencia de la mortalidad anestésica. En segundo lugar, se realizó un estudio univariante empleando la prueba Chi-cuadrado para comparar la incidencia de la mortalidad de cada variable independiente respecto al grupo de referencia de diversas clasificaciones. En el caso que la frecuencia esperada fuese inferior a 5, se empleó el test de Fisher para establecer esa diferencia entre proporciones. En ambos casos se determinó que hubo diferencias significativas si $p < 0,05$. Además, se realizó la determinación de las oportunidades relativas (*odds ratio*). En tercer lugar se realizó un estudio multivariante, en el que se evaluó la influencia de los factores descritos arriba en la mortalidad perioperatoria, intraoperatoria y postoperatoria. Se realizaron tres estudios multivariantes se usaron modelos de regresión logística binaria, utilizando la técnica condicional hacia delante de Wald. Los resultados se presentan como nivel de significación, riesgo relativo (*odds ratio*) e intervalos de confianza al 95%.

Resultados: Se han estudiado 2024 anestésias de perros y 658 de gatos. Se han registrado 26 muertes perianestésicas en los pacientes caninos y 12 en los felinos, lo que supone un índice de mortalidad de 1,28% (1 muerte por cada 78 anestésias) y 1,82% (1 muerte por cada 55 anestésias), respectivamente. La mayoría de las muertes se produjeron durante el postoperatorio (77% en los pacientes caninos y 83% en los felinos). En el caso de los perros, el análisis univariante realizado confirma que se produce un aumento de la mortalidad en perros Yorkshire terrier y Labrador, animales de más de 7 años de edad, en intervenciones abdominales o torácicas, pacientes de alto riesgo anestésico y en anestésias de más de 60 minutos. El uso de etomidato en la inducción e isofluorano en el mantenimiento también se relacionan con una mayor probabilidad de muerte, mientras que el uso de AINEs reducen la mortalidad. El estudio

multivariante realizado en los mismos pacientes reveló que la mortalidad anestésica aumenta conforme lo hace el riesgo anestésico, el uso de analgésicos opioides en el preoperatorio y de AINEs en el postoperatorio reduce la mortalidad, mientras que la probabilidad de muerte postoperatoria aumenta en pacientes en los que se emplea isoflurano o una perfusión continua de medetomidina, lidocaína y ketamina en el mantenimiento. En los gatos, el estudio univariante mostró un aumento de la mortalidad en los pacientes de alto riesgo anestésico, intervenidos de cirugías traumatológicas o torácicas o anestesiados para realizar técnicas diagnósticas. El empleo de opioides en el postoperatorio aumenta la mortalidad, mientras que el uso de los AINEs postoperatorios supone un descenso. Por último, el estudio multivariante realizado en estos mismos pacientes indicó que las intervenciones relacionadas con un aumento de la mortalidad fueron las cirugías traumatológicas, torácicas y las técnicas diagnósticas, mientras que el uso de sevoflurano durante el mantenimiento provocó un aumento de la mortalidad anestésica.

Conclusiones: La mortalidad anestésica en pequeños animales en España continua siendo superior a la de otros países. La mayoría de las muertes se produce en el postoperatorio, lo que remarca la importancia del control de los pacientes durante este periodo. En los perros, la mortalidad anestésica aumenta conforme lo hace el riesgo anestésico, con lo que se pone de manifiesto la importancia de evaluar a los pacientes antes de una anestesia para poder estabilizarlos y reducir su riesgo en la medida de lo posible. El uso de analgésicos opioides en el preoperatorio y de AINEs en el postoperatorio reduce la mortalidad lo que remarca la importancia del empleo de analgésicos perioperatorios. La probabilidad de muerte postoperatoria aumenta en pacientes en los que se emplea isoflurano o una perfusión continua de medetomidina, lidocaína y ketamina en el mantenimiento; estudios posteriores deberían clarificar el por qué de estos hallazgos. En los gatos hay un aumento de la mortalidad cirugías traumatológicas, torácicas y las técnicas diagnósticas. Los pacientes sometidos a este tipo de intervenciones suelen tener varios sistemas vitales afectados, así pues es importante diagnosticar todas las patologías asociadas y estabilizarlas antes de la anestesia. El uso de sevoflurano durante el mantenimiento provoca un aumento de la mortalidad; este hecho también debería estudiarse más profundamente.

9. SUMMARY

Objective: The aim of this study is to determine the present indices of canine and feline anaesthetic mortality in Spain.

Material and Methods: A multicenter and prospective epidemiological study has been made in collaboration with 39 veterinary clinics and hospitals in Spain. Details of patient, procedural, anaesthetic management were recorded. Anesthetic-related death was defined as perioperative death within 24 hours of termination of the procedure. The statistic study has been established by a univariate and multivariate analysis. The univariate study evaluated the mortality incidence by Chi-squared, Fisher's exact test and odds ratio ($p < 0.05$). The multivariate study evaluated the perioperative, intraoperative and postoperative mortality, and all of them used logistic binary regression models with the Wald technique. Results were presented with the significance level, odds ratio and 95% CI.

Results: A total of 2024 dogs and 658 cats were anaesthetized for performing different surgical and diagnostic procedures. Twenty-six dogs and twelve cats died, and the mortality rate calculated was 1, 28% (1:78) and 1, 82% (1:55) respectively. Most of deaths happened during the postoperative period, 77% in dogs and 83% in cats.

Univariate analysis in dogs demonstrated that the mortality risk increase in Yorkshire terrier and Labrador, geriatric patients, with high ASA grade, undergoing a thoracic or abdominal operation, and when the procedures that last more than sixty minutes. The use of etomidate and isoflurane increases death risks; non steroidal antiinflammatory drugs (NSAID) decrease it. The multivariate analysis in dogs demonstrated that mortality risk increases with a high ASA grade. The use of preoperative opioids and postoperative NSAID decreased the mortality risk, but it is increased using isoflurane and medetomidine, lidocaine and ketamine perfusion during the maintenance. Univariate analysis in cats show that the mortality risk increase in patients with high ASA grade and undergoing thoracic, orthopedics surgery or diagnostic procedures. The use of opioids in the postoperative period increase the risk but postoperative NSAID decrease it. The multivariate analysis demonstrated that thoracic, orthopedics surgery or diagnostic procedures and the use of sevoflurane increased the anesthetic death risk.

Conclusions: Anesthetic mortality in cats and dogs in Spain is higher than in other countries. The mortality is higher in the postoperative period, it is important to control the

patients in that period to reduce the incidence. The multivariate study is very useful, this study evaluates the risk factors without been related with other parameters. The multivariate study demonstrates that high ASA grade is related with an increased mortality, the evaluation and stabilization of the patient before the intervention may help us to reduce the risk. The use of opioids in the preoperative and NSAID in the postoperative period reduces the mortality. The perioperative pain has been related with anesthetic complications, the preventive use of analgesics and during the postoperative period can avoid them; instead, using isoflurane or medetomidine, lidocaine and ketamine perfusion the risk increases; these findings must be evaluated in subsequent studies. In cats, the multivariate study concludes that thoracic, orthopedics surgery or diagnostic procedures and the use of sevoflurane increase the anesthetic death risk. Cats undergoing those procedures usually have several pathologies, it is important the diagnostic and patient's stabilization to reduce the mortality. The increased mortality notice using sevoflurane must be evaluated in subsequent studies.

10. BIBLIOGRAFIA

- Adams A. Capnography and Pulse Oximetry. Recent Advances. In: Atkinson R, Adams A, editors. *Anaesthesia and Analgesia*. Edinburgh: Churchill Livingstone; 1989. p. 155-75.
- Albrecht D, Blakely C. Anesthetic mortality: a five-year survey of the records of the Angell Memorial Animal Hospital. *J Am Vet Med Assoc*. 1951 Dec;119(897):429-33.
- Alef M, von Praun F, Oechtering G. Is routine pre-anaesthetic haematological and biochemical screening justified in dogs? *Vet Anaesth Analg*. 2008 Mar;35(2):132-40.
- Anónimo. New classification of physical status. *Anesthesiology*. 1963;24:111.
- Beecher H, Todd D. A study of the deaths associated with anesthesia and surgery: based on a study of 599, 548 anesthetics in ten institutions 1948-1952, inclusive. *Ann Surg*. 1954 Jul;140(1):2-35.
- Benítez A. Concordancia de las mediciones oscilométrica e invasiva de la presión arterial en perros anestesiados. Valencia: Universidad CEU Cardenal Herrera; 2007.
- Beydon L, Conreux F, Le Gall R, Safran D, Cazalaa J. Analysis of the French health ministry's national register of incidents involving medical devices in anaesthesia and intensive care. *Br J Anaesth*. 2001 Mar;86(3):382-7.
- Biboulet P, Aubas P, Dubourdieu J, Rubenovitch J, Capdevila X, d'Athis F. Fatal and non fatal cardiac arrests related to anesthesia. *Can J Anaesth*. 2001 Apr;48(4):326-32.
- Bitto H, Ikeda K. Long-duration, low-flow sevoflurane anesthesia using two carbon dioxide absorbents. Quantification of degradation products in the circuit. *Anesthesiology*. 1994 Aug;81(2):340-5.
- Blakemore W, Jefferies A, White R, Paton I, Dobson H. Spinal cord malacia following general anaesthesia in the horse. *Vet Rec*. 1984 Jun;114(23):569-70.
- Bodlander F. Deaths associated with anaesthesia. *Br J Anaesth*. 1975 Jan;47(1):36-40.
- Branson K. Injectable and Alternative Anesthetic Techniques. In: Tranquilli W, Thurmon J, Grimm K, editors. *Veterinary Anesthesia and Analgesia*. 4th ed. Ames: Blackwell Publishing; 2007. p. 273-99.
- Brearley J, Jones R, Kelly D, Cox J. Spinal cord degeneration following general anaesthesia in a Shire horse. *Equine Vet J*. 1986 May;18(3):222-4.
- Brodbelt D. The confidential enquiry into perioperative small animal fatalities. London: University of London; 2006.
- Brodbelt D, Blissitt K, Hammond R, Neath P, Young L, Pfeiffer D, et al. The risk of death: the confidential enquiry into perioperative small animal fatalities. *Vet Anaesth Analg*. 2008 Sep;35(5):365-73.
- Brodbelt D, Hammond R, Tuminaro D, Pfeiffer D, Wood J. Risk factors for anaesthetic-related death in referred dogs. *Vet Rec*. 2006 Apr;158(16):563-4.
- Brodbelt D, Pfeiffer D, Young L, Wood J. Risk factors for anaesthetic-related death in cats: results from the confidential enquiry into perioperative small animal fatalities (CEPSAF). *Br J Anaesth*. 2007 Nov;99(5):617-23.
- Brodbelt D, Pfeiffer D, Young L, Wood J. Results of the confidential enquiry into perioperative small animal fatalities regarding risk factors for anesthetic-related death in dogs. *J Am Vet Med Assoc*. 2008 Oct;233(7):1096-104.
- Brown B, Frink E. Biodegradation and organ toxicity of new volatile

- anesthetics. Current opinion in anaesthesiology. 1993;6:644-7.
- Buck N, Devlin H, Lunn J. The Report of a Confidential Enquiry into Perioperative Deaths 1987. London: King's Fund Publishing Office; 1988.
- Buergelt C. Questions pathologic findings in a cat with diaphragmatic hernia. J Am Vet Med Assoc. 1994 Mar;204(6):866.
- Campling E. The Report of the National Confidential Enquiry into Perioperative Deaths 1989. London: King's Fund Publishing Office; 1990.
- Campling E, Devlin H, Lunn J. Reporting to NCEPOD. BMJ. 1992 Jul;305(6847):252.
- Caplan R, Posner K, Ward R, Cheney F. Adverse respiratory events in anesthesia: a closed claims analysis. Anesthesiology. 1990 May;72(5):828-33.
- Capner C, Lascelles B, Waterman-Pearson A. Current British veterinary attitudes to perioperative analgesia for dogs. Vet Rec. 1999 Jul;145(4):95-9.
- Carroll G, Martin M. Trauma and critical patients. In: Tranquilli W, Thurmon J, Grimm K, editors. Lumb & Jones Veterinary Anesthesia and Analgesia 2007. p. 969-84.
- Clarke K, Hall L. A survey of anaesthesia in small animal practice:AVA/BSAVA report. Journal of the Association of Veterinary Anaesthetists. 1990;17:4-10.
- Clutton E. Pre-operative blood tests to determine anaesthetic risks 'a waste of time and money'. Veterinary Review. 2005;1:42.
- Colliard L, Paragon B, Lemuet B, Bénet J, Blanchard G. Prevalence and risk factors of obesity in an urban population of healthy cats. J Feline Med Surg. 2009 Feb;11(2):135-40.
- Cote E, Manning A, Emerson D, Laste N, Malakoff R, Harpster N. Assessment of the prevalence of heart murmurs in overtly healthy cats. Journal of American Veterinary Medical Association. 2004;225(3):384-8.
- Cullen D, Eger En. Cardiovascular effects of carbon dioxide in man. Anesthesiology. 1974 Oct;41(4):345-9.
- Cullen L. Medetomidine sedation in dogs and cats: a review of its pharmacology, antagonism and dose. Br Vet J. 1996 Sep;152(5):519-35.
- Cunningham D, Huang S, Webster J, Mayoral J, Grabenkort R. Sevoflurane degradation to compound A in anaesthesia breathing systems. Br J Anaesth. 1996 Oct;77(4):537-43.
- Dahl V, Raeder J. Non-opioid postoperative analgesia. Acta Anaesthesiol Scand. 2000 Nov;44(10):1191-203.
- Deslauriers J, Ginsberg R, Piantadosi S, Fournier B. Prospective assessment of 30-day operative morbidity for surgical resections in lung cancer. Chest. 1994 Dec;106(6 Suppl):329S-30S.
- Devlin H. Perioperative deaths. Br J Hosp Med. 1988 Jun;39(6):475.
- Dhupa N. Hypothermia in Dogs and Cats. Compendium of Continuing Education. 1995;17(1):61-8.
- Dixon P, Railton D, McGorum B. Temporary bilateral laryngeal paralysis in a horse associated with general anaesthesia and post anaesthetic myositis. Vet Rec. 1993 Jan;132(2):29-32.
- Dodman N. Feline anaesthesia survey. J Small Anim Pract. 1977 Oct;18(10):653-8.
- Dodman N, Lamb L. Survey of Small Animal Anesthetic Practice in Vermont. Journal of the American Animal Hospital Association. 1992;28:439-44.
- Dohoo I, Martin W, Stryhn H. Veterinary Epidemiologic Research. AVC Inc 2003.
- Donati A, Ruzzi M, Adrario E, Pelaia P, Coluzzi F, Gabbanelli V, et al. A new and feasible model for predicting operative risk. Br J Anaesth. 2004 Sep;93(3):393-9.

- Dyson D, Maxie M, Schnurr D. Morbidity and mortality associated with anesthetic management in small animal veterinary practice in Ontario. *J Am Anim Hosp Assoc.* 1998;34(4):325-35.
- Dyson D, Pettifer G. Evaluation of the arrhythmogenicity of a low dose of acepromazine: comparison with xylazine. *Can J Vet Res.* 1997 Oct;61(4):241-5.
- Eagle C, Davis N. Report of the Anaesthetic Mortality Committee of Western Australia 1990-1995. *Anaesth Intensive Care.* 1997 Feb;25(1):51-9.
- Egger C. Anaesthetic complications, accidents and emergencies. In: Seymour C, Duke-Novakovski T, editors. *Canine and Feline Anaesthesia and Analgesia.* 2nd ed 2007. p. 310-32.
- Eichhorn J, Cooper J, Cullen D, Maier W, Philip J, Seeman R. Standards for patient monitoring during anesthesia at Harvard Medical School. *JAMA.* 256(8):1017-20.
- Erhardt W, Henket J. Realización práctica de una anestesia. In: Erhardt W, Henke J, Haberstroh J, editors. *Anestesia y Analgesia de los Pequeños Animales Domésticos.* 1st ed. Barcelona: ESMONpharma; 2006. p. 311-42.
- Ettinger S, Feldman E. *Textbook of Veterinary Internal Medicine.* 6th ed. St. Louis: Elsevier Saunders; 2005.
- Farrow S, Fowkes F, Lunn J, Robertson I, Samuel P. Epidemiology in anaesthesia. II: Factors affecting mortality in hospital. *Br J Anaesth.* 1982 Aug;54(8):811-7.
- Farrow S, Fowkes F, Lunn J, Robertson I, Sweetnam P. Epidemiology in anaesthesia: a method for predicting hospital mortality. *Eur J Anaesthesiol.* 1984 Mar;1(1):77-84.
- Fichtner K, Dick W. [The causes of perioperative mortality. A trial of the German "CEPOD study."]. *Anaesthesist.* 1997 May;46(5):419-27.
- Forrest J, Cahalan M, Rehder K, Goldsmith C, Levy W, Strunin L, et al. Multicenter study of general anesthesia. II. Results. *Anesthesiology.* 1990 Feb;72(2):262-8.
- Forrest J, Rehder K, Cahalan M, Goldsmith C. Multicenter study of general anesthesia. III. Predictors of severe perioperative adverse outcomes. *Anesthesiology.* 1992 Jan;76(1):3-15.
- Fossum T. *Small Animal Surgery.* St. Louis: Mosby; 1997.
- Fowkes F, Lunn J, Farrow S, Robertson I, Samuel P. Epidemiology in anaesthesia. III: Mortality risk in patients with coexisting physical disease. *Br J Anaesth.* 1982 Aug;54(8):819-25.
- Freeman L, Ack J, Fligner M, Muir W. Atrial fibrillation in halothane- and isoflurane-anesthetized dogs. *Am J Vet Res.* 1990 Jan;51(1):174-7.
- Frink E. Toxicologic potencial of desflurane and sevoflurane. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica.* 1995;39:120-3.
- Frink EJ, Isner R, Malan TJ, Morgan S, Brown E, Brown BJ. Sevoflurane degradation product concentrations with soda lime during prolonged anesthesia. *J Clin Anesth.* 1994 May-Jun;6(3):239-42.
- Frink EJ, Malan T, Morgan S, Brown E, Malcomson M, Brown BJ. Quantification of the degradation products of sevoflurane in two CO₂ absorbants during low-flow anesthesia in surgical patients. *Anesthesiology.* 1992 Dec;77(6):1064-9.
- Gannon K. Mortality associated with anaesthesia. A case review study. *Anaesthesia.* 1991 Nov;46(11):962-6.
- Gaynor J, Dunlop C, Wagner A, Wertz E, Golden A, Demme W. Complications and mortality associated with anesthesia in dogs and cats. *J Am Anim Hosp Assoc.* 1999;35(1):13-7.
- Gaynor J, Feneley M, Gall SJ, Maier G, Kisslo J, Davis J, et al. Measurement of left ventricular volume in normal and volume-overloaded canine hearts. *Am J Physiol.* 1994 Jan;266(1 Pt 2):H329-40.

- Gil L, Calbet M, Soler G, Redondo J, editors. Mortalidad anestésica felina en el Hospital Clínico Veterinario de la Universidad CEU-Cardenal Herrera. IV Congreso Nacional de la Sociedad Española de Anestesia y Analgesia Veterinarias SEAAV; 2008; Valencia.
- Gillick A. High frequency complaints described by Dr Gillick. Ontario Veterinary Association Newsletter. 1981;5(1).
- Golden A, Bright J, Daniel G, Fefee D, Schmidt D, Harvey R. Cardiovascular effects of the alpha2-adrenergic receptor agonist medetomidine in clinically normal cats anesthetized with isoflurane. *Am J Vet Res.* 1998 Apr;59(4):509-13.
- Gonsowski C, Laster M, Eger En, Ferrell L, Kerschmann R. Toxicity of compound A in rats. Effect of a 3-hour administration. *Anesthesiology.* 1994 Mar;80(3):556-65.
- Gonsowski C, Laster M, Eger En, Ferrell L, Kerschmann R. Toxicity of compound A in rats. Effect of increasing duration of administration. *Anesthesiology.* 1994 Mar;80(3):566-73.
- Gossellin J, Wren J, Sunderland S. Canine obesity: an overview. *J Vet Pharmacol Ther.* 2007 Aug;30 Suppl 1:1-10.
- Grandy J, Hodgson D, Dunlop C, Curtis C, Heath R. Cardiopulmonary effects of halothane anesthesia in cats. *Am J Vet Res.* 1989 Oct;50(10):1729-32.
- Greene S, Marks S. Gastrointestinal Disease. In: Traquilli W, Thurmon J, Grimm K, editors. *Lumb & Jones Veterinary Anesthesia and Analgesia.* 4th ed. Oxford: Blackwell Publishing; 2007. p. 927-32.
- Greene S, Thurmon J. Xylazine--a review of its pharmacology and use in veterinary medicine. *J Vet Pharmacol Ther.* 1988 Dec;11(4):295-313.
- Hall L, Clarke K. *Veterinary Anaesthesia.* 9th ed. London: Balliere Tindall; 1991.
- Hall L, Clarke K, Trim C. *Veterinary Anaesthesia.* 10th ed. London: Saunders; 2001.
- Hall L, Taylor P. *Anaesthesia of the Cat.* 1st ed. Hall L, Taylor P, editors. London: Baillière Tindall; 1994.
- Hanaki C, Fujii K, Morio M, Tashima T. Decomposition of sevoflurane by sodalime. *Hiroshima J Med Sci.* 1987 Mar;36(1):61-7.
- Harrison G. Anaesthetic contributory death--its incidence and causes. I. Incidence. *S Afr Med J.* 1968 May;42(21):514-8.
- Harrison G. Anaesthetic contributory death--its incidence and causes. II. Causes. *S Afr Med J.* 1968 Jun;42(22):544-9.
- Harrison G. Death attributable to anaesthesia. A 10-year survey (1967--1976). *Br J Anaesth.* 1978 Oct;50(10):1041-6.
- Harrison G. Death due to anaesthesia at Groote Schuur Hospital, Cape Town--1956-1987. Part I. Incidence. *S Afr Med J.* 1990 Apr;77(8):412-5.
- Harrison G. Death due to anaesthesia at Groote Schuur Hospital, Cape Town--1956-1987. Part II. Causes and changes in aetiological pattern of anaesthetic-contributory death. *S Afr Med J.* 1990 Apr;77(8):416-21.
- Heard D, Webb A, Daniels R. Effect of acepromazine on the anesthetic requirement of halothane in the dog. *Am J Vet Res.* 1986 Oct;47(10):2113-5.
- Hellebrekers L. Comparison of isoflurane and halothane as inhalation anaesthetics in the dog. *Vet Q.* 1986 Jul;8(3):183-8.
- Henke J, Erhardt W. Analgesia. In: Erhardt W, Henke J, Haberstroh J, editors. *Anestesia y Analgesia de los Pequeños Animales Domésticos.* 1st ed. Barcelona: ESMONpharma; 2006. p. 343-81.
- Hennekens C, Buring J. *Epidemiology in Medicine.* Boston: Little, Brown and Company; 1987.

- Heywood A, Wilson I, Sinclair J. Perioperative mortality in Zambia. *Ann R Coll Surg Engl.* 1989 Nov;71(6):354-8.
- Hikasa Y, Kawanabe H, Takase K, Ogasawara S. Comparisons of sevoflurane, isoflurane, and halothane anesthesia in spontaneously breathing cats. *Vet Surg.* 1996 May-Jun;25(3):234-43.
- Hikasa Y, Ohe N, Takase K, Ogasawara S. Cardiopulmonary effects of sevoflurane in cats: comparison with isoflurane, halothane, and enflurane. *Res Vet Sci.* 1997;63(3):205-10.
- Hikasa Y, Okabe C, Takase K, Ogasawara S. Ventricular arrhythmogenic dose of adrenaline during sevoflurane, isoflurane, and halothane anaesthesia either with or without ketamine or thiopentone in cats. *Res Vet Sci.* 1996 Mar;60(2):134-7.
- Hildreth A, Mejia V, Maxwell R, Smith P, Dart B, Barker D. Adrenal suppression following a single dose of etomidate for rapid sequence induction: a prospective randomized study. *J Trauma.* 2008 Sep;65(3):573-9.
- Hodgson D, Dunlop C, Chapman P, Grandy J. Cardiopulmonary effects of anesthesia induced and maintained with isoflurane in cats. *Am J Vet Res.* 1998 Feb;59(2):182-5.
- Holland R. Anaesthetic mortality in New South Wales. *Br J Anaesth.* 1987 Jul;59(7):834-41.
- Horwitz L, Bishop V, Stone H. Effects of hypercapnia on the cardiovascular system in conscious dogs. *Journal of Applied Physiology.* 1968;25:346-8.
- Hosgood G, Scholl D. Evaluation of age and American Society of Anesthesiologists (ASA) physical status as risk factors for perianesthetic morbidity and mortality in the cat. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care.* 2002;12(1):9-15.
- Hosgood G, Scholl D. Evaluation of Age as a Risk Factor for Perianesthetic Morbidity and Mortality in the Dog. *Evaluation of Age as a Risk Factor for Perianesthetic Morbidity and Mortality in the Dog.* 1998;8(3):222-36.
- Hovi-Viander M. Death associated with anaesthesia in Finland. *Br J Anaesth.* 1980 May;52(5):483-9.
- Howell S, Sear J, Sear Y, Yeates D, Goldacre M, Foex P. Risk factors for cardiovascular death within 30 days after anaesthesia and urgent or emergency surgery: a nested case-control study. *Br J Anaesth.* 1999 May;82(5):679-84.
- Howell S, Sear Y, Yeates D, Goldacre M, Sear J, Foëx P. Risk factors for cardiovascular death after elective surgery under general anaesthesia. *Br J Anaesth.* 1998 Jan;80(1):14-9.
- Irita K, Kawashima Y, Tsuzaki K, Iwao Y, Kobayashi T, Seo N, et al. [Perioperative mortality and morbidity in the year 2000 in 502 Japanese certified anesthesia-training hospitals: with a special reference to ASA-physical status--report of the Japan Society of Anesthesiologists Committee on Operating Room Safety]. *Masui.* 2002 Jan;51(1):71-85.
- Iwao Y, Kawashima Y, Irita K, Kobayashi T, Goto Y, Morita K, et al. [Perioperative mortality and morbidity for the year 1999 in 466 Japanese certified anesthesia-training hospitals: with special reference to operative regions--report of Committee on Operating Room Safety of Japanese Society of Anesthesiologists]. *Masui.* 2001 Oct;50(10):1144-53.
- Joas T, Stevens W. Comparison of the arrhythmic doses of epinephrine during Forane, halothane, and fluroxene anesthesia in dogs. *Anesthesiology.* 1971 Jul;35(1):48-53.
- Johnson C. Endocrine disease. In: Seymour C, Gleed R, editors. *Manual of Small Animal Anaesthesia and Analgesia.* Cheltenham: British Small Animal Veterinary Association; 1999. p. 223-30.
- Johnson S. Diseases of the liver. In: Ettinger S, Feldman E, editors. *Textbook of Veterinary Internal Medicine.* 4th ed.

- Philadelphia: .WB Saunders Company; 1995. p. 1313-71.
- Johnston G, Eastment J, Taylor P, Wood J. Is isoflurane safer than halothane in equine anaesthesia? Results from a prospective multicentre randomised controlled trial. *Equine Vet J.* 2004 Jan;36(1):64-71.
- Johnston G, Eastment J, Wood J, Taylor P. Confidential enquiry of perioperative equine fatalities (CEPEF): mortality results of Phases 1 and 2. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia.* 2002;29:159-70.
- Johnston G, Taylor P, Holmes M, Wood J. Confidential enquiry of perioperative equine fatalities (CEPEF-1): preliminary results. *Equine Vet J.* 1995 May;27(3):193-200.
- Joubert K. Routine veterinary anaesthetic management practices in South Africa. *J S Afr Vet Assoc.* 2000 Sep;71(3):166-72.
- Kawashima Y, Seo N, Morita K, Iwao Y, Irita K, Tsuzaki K, et al. [Annual study of perioperative mortality and morbidity for the year of 1999 in Japan: the outlines--report of the Japan Society of Anesthesiologists Committee on Operating Room Safety]. *Masui.* 2001 Nov;50(11):1260-74.
- Kehlet H. Postoperative pain relief--what is the issue? *Br J Anaesth.* 1994 Apr;72(4):375-8.
- Kehlet H. Multimodal approach to control postoperative pathophysiology and rehabilitation. *Br J Anaesth.* 1997 May;78(5):606-17.
- Kehlet H, Dahl J. The value of "multimodal" or "balanced analgesia" in postoperative pain treatment. *Anesth Analg.* 1993 Nov;77(5):1048-56.
- Keller K, Callan C, Prokocimer P, Delgado-Herrera L, Friedman M, Hoffman G, et al. Inhalation toxicity study of a haloalkene degradant of sevoflurane, Compound A (PIFE), in Sprague-Dawley rats. *Anesthesiology.* 1995 Dec;83(6):1220-32.
- Kerr C. Pain management I: systemic analgesics. In: Seymour C, Duke-Novakovski T, editors. *Canine and Feline Anaesthesia and Analgesia.* 2nd ed. Gloucester: British Small Animal Veterinary Association; 2007. p. 89-103.
- Kharasch E, Thorning D, Garton K, Hankins D, Kilty C. Role of renal cysteine conjugate beta-lyase in the mechanism of compound A nephrotoxicity in rats. *Anesthesiology.* 1997 Jan;86(1):160-71.
- Kitamura T, Ogawa M, Kawamura G, Sato K, Yamada Y. The effects of sevoflurane and propofol on glucose metabolism under aerobic conditions in fed rats. *Anesth Analg.* 2009 Nov;109(5):1479-85.
- Kittleson M, Richard D. *Small Animal Cardiovascular Medicine.* 1st ed. St. Louis: Mosby; 1998.
- Klein L, Ailes N, Fackelman G, Kellon E, Rosenberg H. Postanesthetic equine myopathy suggestive of malignant hyperthermia. A case report. *Vet Surg.* 1989;18(6):479-82.
- Ko J, Bailey J, Pablo L, Heaton-Jones T. Comparison of sedative and cardiorespiratory effects of medetomidine and medetomidine-butorphanol combination in dogs. *Am J Vet Res.* 1996 Apr;57(4):535-40.
- Kurz A, Sessler D, Lenhardt R. Perioperative normothermia to reduce the incidence of surgical-wound infection and shorten hospitalization. Study of Wound Infection and Temperature Group. *N Engl J Med.* 1996 May;334(19):1209-15.
- Lam K, Smyth J, Clarke K, Platt D. Acute spinal cord degeneration following general anaesthesia in a young pony. *Vet Rec.* 1995 Apr;136(13):329-30.
- Lanas A, Piqué J, Ponce J. [Clinical approach for the patient requiring non-steroid anti-inflammatory agents: role of COX-2 inhibitors]. *Gastroenterol Hepatol.* 2001 Jan;24(1):22-36.
- Langley J. Anaesthetic deaths survey. *Veterinary Record.* 1976;99:466.

- Lascelles B. Current British veterinary attitudes to perioperative analgesia for cats and small mammals. *Veterinary Record*. 1999;145:601-4.
- Lemke K, Tranquilli W, Thurmon J, Benson G, Olson W. Alterations in the arrhythmogenic dose of epinephrine after xylazine or medetomidine administration in isoflurane-anesthetized dogs. *Am J Vet Res*. 1993 Dec;54(12):2139-44.
- Liu J, Laster M, Eger En, Taheri S. Absorption and degradation of sevoflurane and isoflurane in a conventional anesthetic circuit. *Anesth Analg*. 1991 Jun;72(6):785-9.
- Lumb W, Jones E. *Veterinary Anesthesia*. Philadelphia: Lea and Febiger; 1973.
- Lumb W, Jones E. *Veterinary Anesthesia*. Philadelphia: Lea and Febiger; 1984.
- Lunn J, Mushin W. Mortality associated with anesthesia. *Anaesthesia*. 1982 Aug;37(8):856.
- Marrondán C, Peris I, Sanchis S, editors. *Mortalidad Anestésica Felina en el HCV CEU-UCH*. IV Congreso Internacional de Estudiantes de Ciencias Experimentales y de la Salud; 2007; Valencia.
- Massard G, Lyons G, Wihlm J, Fernoux P, Dumont P, Kessler R, et al. Early and long-term results after completion pneumonectomy. *Ann Thorac Surg*. 1995 Jan;59(1):196-200.
- Matthews N. Inhalant anaesthetics. In: Seymour C, Duke-Novakovski T, editors. *Canine and Feline Anaesthesia and Analgesia*. 2nd ed. Gloucester: British Small Animal Veterinary Association; 2007. p. 150-5.
- McKay J, Forest T, Senior M, Kelly D, Jones R, de L, et al. Postanaesthetic cerebral necrosis in five horses. *Vet Rec*. 2002 Jan;150(3):70-4.
- McKelvey D, Hollingshead K. Anesthetic Problems and Emergencies. In: McKelvey D, Hollingshead K, editors. *Veterinary Anesthesia and Analgesia*. 3rd ed. St. Louis: Mosby; 2003. p. 238-85.
- McKenzie A. Mortality associated with anaesthesia at Zimbabwean teaching hospitals. *S Afr Med J*. 1996 Apr;86(4):338-42.
- Mee A, Cripps P, Jones R. A retrospective study of mortality associated with general anaesthesia in horses: elective procedures. *Vet Rec*. 1998 Mar;142(11):275-6.
- Mee A, Cripps P, Jones R. A retrospective study of mortality associated with general anaesthesia in horses: emergency procedures. *Vet Rec*. 1998 Mar;142(12):307-9.
- Meyer R. Geriatric patients. In: Seymour C, Gleed R, editors. *Manual of Small Animal Anaesthesia and Analgesia*. Cheltenham: BSAVA; 1999. p. 253-6.
- Moon P, Erb H, Ludders J, Gleed R, Pascoe P. Perioperative management and mortality rates of dogs undergoing cesarean section in the United States and Canada. *J Am Vet Med Assoc*. 1998 Aug;213(3):365-9.
- Morita K, Kawashima Y, Irita K, Kobayashi T, Goto Y, Iwao Y, et al. [Perioperative mortality and morbidity in 1999 with a special reference to age in 466 certified training hospitals of Japanese Society of Anesthesiologists--report of Committee on Operating Room Safety of Japanese Society of Anesthesiologists]. *Masui*. 2001 Aug;50(8):909-21.
- Muir W. Considerations for general anesthesia. In: Tranquilli W, Thurmon J, Grimm K, editors. *Lumb & Jones Veterinary Anesthesia and Analgesia*. 4th ed. Ames: Blackwell Publishing; 2007. p. 7-30.
- Muir Wr, Wiese A, March P. Effects of morphine, lidocaine, ketamine, and morphine-lidocaine-ketamine drug combination on minimum alveolar concentration in dogs anesthetized with isoflurane. *Am J Vet Res*. 2003 Sep;64(9):1155-60.

- Muir W, Piper F. Effect of xylazine on indices of myocardial contractility in the dog. *Am J Vet Res.* 1977 Jul;38(7):931-4.
- Muir W, Werner L, Hamlin R. Effects of xylazine and acetylpromazine upon induced ventricular fibrillation in dogs anesthetized with thiamylal and halothane. *Am J Vet Res.* 1975 Sep;36(9):1299-303.
- Munday I, Ward P, Foden N, Jones R, Van Pelt F, Kenna J. Sevoflurane degradation by soda lime in a circle breathing system. *Anaesthesia.* 1996 Jul;51(7):622-6.
- Murison P. Prevention and treatment of perioperative hypothermia in animals under 5kg bodyweight. In *Practice.* 2001:412-8.
- Neiger-Aeschbacher G. Geriatric Patients. In: Seymour C, Duke-Novakovski T, editors. *Canine and Feline Anaesthesia and Analgesia.* 2nd ed. Gloucester: British Small Animal Veterinary Association; 2007. p. 303-9.
- Newland M, Ellis S, Lydiatt C, Peters K, Tinker J, Romberger D, et al. Anesthetic-related cardiac arrest and its mortality: a report covering 72,959 anesthetics over 10 years from a US teaching hospital. *Anesthesiology.* 2002 Jul;97(1):108-15.
- Nicholson A, Watson A. Survey on small animal anaesthesia. *Aust Vet J.* 2001 Sep;79(9):613-9.
- Pascoe P. Thoracic surgery. In: Seymour C, Duke-Novakovski T, editors. *Canine and Feline Anaesthesia and Analgesia.* 2nd ed. Gloucester: British Small Animal Veterinary Association; 2007. p. 230-43.
- Pedersen T. Complications and death following anaesthesia. A prospective study with special reference to the influence of patient-, anaesthesia-, and surgery-related risk factors. *Dan Med Bull.* 1994 Jun;41(3):319-31.
- Pedersen T, Eliassen K, Henriksen E. A prospective study of mortality associated with anaesthesia and surgery: risk indicators of mortality in hospital. *Acta Anaesthesiol Scand.* 1990 Apr;34(3):176-82.
- Peek M. A case of post-anaesthetic myopathy. *Equine Veterinary Education.* 1993;5(4):183-6.
- Pettifer G, Dyson D, McDonnell W. An evaluation of the influence of medetomidine hydrochloride and atipamezole hydrochloride on the arrhythmogenic dose of epinephrine in dogs during halothane anesthesia. *Can J Vet Res.* 1996 Jan;60(1):1-6.
- Phillips O, Frazier T, Graff T, Dekornfeld T. The Baltimore Anesthesia Study Committee. Review of 1,024 postoperative deaths. *JAMA.* 1960 Dec;174:2015-9.
- Pierce R, Copland J, Sharpe K, Barter C. Preoperative risk evaluation for lung cancer resection: predicted postoperative product as a predictor of surgical mortality. *Am J Respir Crit Care Med.* 1994 Oct;150(4):947-55.
- Pitt-Miller P. Deaths within 24 hours of surgical procedures at the Port-of-Spain General Hospital (January, 1976 to December, 1987). *West Indian Med J.* 1989 Sep;38(3):148-52.
- Pollari F, Bonnett B. Evaluation of postoperative complications following elective surgeries of dogs and cats at private practices using computer records. *Can Vet J.* 1996 Nov;37(11):672-8.
- Pollari F, Bonnett B, Bamsey S, Meek A, Allen D. Postoperative complications of elective surgeries in dogs and cats determined by examining electronic and paper medical records. *J Am Vet Med Assoc.* 1996 Jun;208(11):1882-6.
- Pottecher T, Tiret L, Desmots J, Hatton F, Bilaine J, Otteni J. Cardiac arrest related to anaesthesia: a prospective survey in France (1978-1982). *Eur J Anaesthesiol.* 1984 Dec;1(4):305-18.
- Pypendop B, Verstegen J. Hemodynamic effects of medetomidine in the dog: a dose titration study. *Vet Surg.* 1998;27(6):612-22.

- Pypendop B, Verstegen J. Cardiorespiratory effects of a combination of medetomidine, midazolam, and butorphanol in dogs. *Am J Vet Res.* 1999 Sep;60(9):1148-54.
- Quandt J, Robinson E, Rivers W, Raffe M. Cardiorespiratory and anesthetic effects of propofol and thiopental in dogs. *Am J Vet Res.* 1998 Sep;59(9):1137-43.
- Ray D, McKeown D. Effect of induction agent on vasopressor and steroid use, and outcome in patients with septic shock. *Crit Care.* 2007;11(3):R56.
- Ready L. Acute Perioperative Pain. In: Miller R, editor. *Anesthesia.* 5th ed. Philadelphia: Churchill Livingstone; 2000. p. 2323-50.
- Redondo J. Clinical evaluation of a new formulation of propofol in a medium-chain and long-chain triglycerides emulsion in dogs. *J Vet Pharmacol Ther.* 2007 Aug;30(4):288-94.
- Redondo J, Gil L, Calbet M, Soler G, editors. Mortalidad anestésica felina en el Hospital Clínico Veterinario de la Universidad CEU-Cardenal Herrera. IV Congreso Nacional de la Sociedad Española de Anestesia y Analgesia Veterinaria; 2008; Valencia: SEAAV.
- Redondo J, Gómez-Villamandos R, Domínguez J. Mortalidad perianestésica en el perro: estudio prospectivo en 1716 casos. *Consulta de Difusión Veterinaria.* 2001;9(79):79-84.
- Redondo J, Gómez-Villamandos R, Santisteban J, Ruiz I, Domínguez J, Ávila I. El propofol, un nuevo anestésico en medicina veterinaria. *Vet Méx.* 1998;29(1):101-10.
- Redondo J, Soler C, Serra I, Gil L, Navarro X, Gómez-Villamandos R. Blood Pressure Recordings in anesthetized dogs: a retrospective study evaluating direct and oscillometric measurements with the AS/3® DATEX-OHMEDA MONITOR. 9th World Congress of Veterinary Anaesthesiology; 2006; Santos, Brazil.
- Redondo J, Soler G, Gil L, Sanchis S, Calbet M, Serra C. Complicaciones anestésicas en el perro y en el gato. *Argos.* 2008;98:42-6.
- Reyes A, de la Cala F, Carutti I. Dolor postoperatorio: analgesia multimodal. *Patología del Aparato Locomotor.* 2004;2(3):176-88.
- Rintasalo J, Vainio O. A survey on anaesthetic practice in Finnish veterinary clinics. *Suomen Elainlaakarilehti.* 1995;101(9):541-4.
- Savola J. Cardiovascular actions of medetomidine and their reversal by atipamezole. *Acta Vet Scand Suppl.* 1989;85:39-47.
- Schlesselman J. *Case-Control Studies: Design, Conduct and Analysis.* Oxford: Oxford University Press; 1982.
- Seo N, Kawashima Y, Irita K, Kobayashi T, Goto Y, Morita K, et al. [Annual report of perioperative mortality and morbidity for the year 1999 with a special reference to anesthetic methods at Certificated Training Hospitals of Japanese Society of Anesthesiologists]. *Masui.* 2001 Sep;50(9):1028-37.
- Stampley A, Waldron D. Reexpansion pulmonary edema after surgery to repair a diaphragmatic hernia in a cat. *J Am Vet Med Assoc.* 1993 Dec;203(12):1699-701.
- Steffey E, Gillespie J, Berry J, Eger En, Rhode E. Circulatory effects of halothane and halothane-nitrous oxide anesthesia in the dog: controlled ventilation. *Am J Vet Res.* 1974 Oct;35(10):1289-93.
- Steffey E, Gillespie J, Berry J, Eger E, Rhode E. Circulatory effects of halothane and halothane-nitrous oxide anesthesia in the dog: spontaneous ventilation. *Am J Vet Res.* 1975 Feb;36(2):197-200.
- Steffey E, Howland DJ. Isoflurane potency in the dog and cat. *Am J Vet Res.* 1977 Nov;38(11):1833-6.
- Stepien R, Bonagura J, Bednarski R, Muir Wr. Cardiorespiratory effects of acepromazine maleate and

- buprenorphine hydrochloride in clinically normal dogs. *Am J Vet Res.* 1995 Jan;56(1):78-84.
- Suán C, Pérez-Torres C, Herrera A. [Postoperative mortality in a general hospital]. *Rev Esp Anestesiología Reanim.* 1997;44(7):267-72.
- Suesta P. Hipotermia intraoperatoria en perros y gatos. Estudio retrospectivo en 1804 casos. Valencia: CEU Universidad Cardenal Herrera; 2006.
- Tanifuji Y, Takagi K, Kobayashi K, Yasuda N, Eger E. The interaction between sevoflurane and soda lime or baralyme (abstract). *Anesthesia & Analgesia.* 1989;68:285.
- Tevik A. The role of anesthesia in surgical mortality in horses. *Nord Vet Med.* 1983 Apr;35(4):175-9.
- Thrusfield M. *Veterinary Epidemiology.* London: Butterworths; 1986.
- Thurmon J, Tranquilli W, Benson G. Lumb & Jones' *Veterinary Anesthesia.* Maryland: Williams & Wilkins; 1996.
- Thurmon J, Tranquilli W, Benson G. Perioperative Pain and Its Management. In: Thurmon J, Tranquilli W, Benson G, editors. *Essentials of Small Animal Anesthesia & Analgesia.* 1st ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 1999. p. 28-60.
- Tikkanen J, Hovi-Viander M. Death associated with anaesthesia and surgery in Finland in 1986 compared to 1975. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica.* 1995 Feb;39(2):262-7.
- Tinker J, Dull D, Caplan R, Ward R, Cheney F. Role of monitoring devices in prevention of anesthetic mishaps: a closed claims analysis. *Anesthesiology.* 1989 Oct;71(4):541-6.
- Tiret L, Desmots J, Hatton F, Vourc'h G. Complications associated with anaesthesia--a prospective survey in France. *Can Anaesth Soc J.* 1986 May;33(3 Pt 1):336-44.
- Tiret L, Hatton F, Desmots J. [Multifactorial index of the risk of complications related to anesthesia]. *Rev Epidemiol Sante Publique.* 1984;32(6):370-5.
- Torre W, Mínguez L, Pac J, Vara F, Canalis E. Edema pulmonar postneumonectomía. *Arch Bronconeumol* 1989;25:155-7.
- Tranquilli W, Thurmon J, Benson G. Alterations in epinephrine-induced arrhythmogenesis after xylazine and subsequent yohimbine administration in isoflurane-anesthetized dogs. *Am J Vet Res.* 1988 Jul;49(7):1072-5.
- Tranquilli W, Thurmon J, Benson G, Davis L. Alteration in the arrhythmogenic dose of epinephrine (ADE) following xylazine administration to halothane-anesthetized dogs. *J Vet Pharmacol Ther.* 1986 Jun;9(2):198-203.
- Trim C, Adams J, Cowgill L, Ward S. A retrospective survey of anaesthesia in horses with colic. *Equine Vet J Suppl.* 1989 Jun(7):84-90.
- Turnbull K, Fancourt-Smith P, Banting G. Death within 48 hours of anaesthesia at the Vancouver General Hospital. *Can Anaesth Soc J.* 1980 Mar;27(2):159-63.
- Utting J. Pitfalls in anaesthetic practice. *Br J Anaesth.* 1987 Jul;59(7):877-90.
- Vanhoorebeeck P, Vertommen J, Van Aken H, Vandermeersch E. Continuous epidural analgesia vs intravenous patient controlled analgesia. *Anaesthesiology.* 1991;75:A116.
- Wagner A, Brodbelt D. Arterial blood pressure monitoring in anesthetized animals. *J Am Vet Med Assoc.* 1997 May;210(9):1279-85.
- Wagner A, Hellyer P. Survey of anesthesia techniques and concerns in private veterinary practice. *J Am Vet Med Assoc.* 2000 Dec;217(11):1652-7.
- Wagner A, Muir Wr, Hinchcliff K. Cardiovascular effects of xylazine and detomidine in horses. *Am J Vet Res.* 1991 May;52(5):651-7.
- Wagner A, Wright B, Hellyer P. Myths and misconceptions in small animal anesthesia. *J Am Vet Med Assoc.* 2003 Nov;223(10):1426-32.

- Warden J, Borton C, Horan B. Mortality associated with anaesthesia in New South Wales, 1984-1990. *Med J Aust.* 1994 Nov;161(10):585-93.
- Warden J, Horan B. Deaths attributed to anaesthesia in New South Wales, 1984-1990. *Anaesth Intensive Care.* 1996 Feb;24(1):66-73.
- Waterman A. Maintenance of Body Temperature During Anaesthesia. *Journal of Veterinary Anaesthesia.* 1981;9:73-85.
- Webb A, O'Brien J. The Effect of Acepromazine on the Anaesthetic Potency of Halothane and Isoflurane. *Journal of the American Animal Hospital Association.* 1988;24:609-13.
- Webb R, van der Walt J, Runciman W, Williamson J, Cockings J, Russell W, et al. The Australian Incident Monitoring Study. Which monitor? An analysis of 2000 incident reports. *Anaesth Intensive Care.* 1993 Oct;21(5):529-42.
- Wolters U, Wolf T, Stützer H, Schröder T. ASA classification and perioperative variables as predictors of postoperative outcome. *Br J Anaesth.* 1996 Aug;77(2):217-22.
- Wu K, Lai K, Yang C, Hsieh J, Wei T. [Surgical and anesthetic mortality in Mackay Memorial Hospital 1988-1989]. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi (Taipei).* 1991 Mar;47(3):187-91.
- Yamanaka H, Hayashi Y. [Myocardial preconditioning in anesthesia: from bench to bedside]. *Masui.* 2009 Mar;58(3):279-87.
- Young J, Yee J. Ketorolac. In: Lewis A, Furs D, editors. *Nonsteroidal anti-inflammatory drugs: Mechanisms and clinical uses.* 1st ed. New York: Marcel Dekker; 1994. p. 247-66.
- Young S, Taylor P. Factors leading to serious anaesthetic-related problems in equine anaesthesia. *Journal of the Association of Veterinary Anaesthetists.* 1990;17:59.
- Young S, Taylor P. Factors influencing the outcome of equine anaesthesia: a review of 1,314 cases. *Equine Vet J.* 1993 Mar;25(2):147-51.
- Zuurbier C, Keijzers P, Koeman A, Van Wezel H, Hollmann M. Anesthesia's effects on plasma glucose and insulin and cardiac hexokinase at similar hemodynamics and without major surgical stress in fed rats. *Anesth Analg.* 2008 Jan;106(1):135-42, table of contents.

11. AGRADECIMIENTOS

Agradezco encarecidamente la colaboración desinteresada de todos los compañeros veterinarios que han participado en este estudio, sin los cuales no habría sido posible.

A mi director, Nacho, porque sin ti no podría haberlo hecho. Gracias por todas las conversaciones y por ayudarme a seguir hacia adelante en todo momento.

A Guaita, porque me has permitido llegar tarde muchos días de despacho y me has hecho reír cuando más lo necesitaba.

A Iván y Carme, porque siempre me habéis apoyado y ayudado cuando he tenido dudas.

A todos mis compañeros del Hospital Clínico Veterinario de la Universidad Cardenal Herrera CEU, porque me habéis enseñado todo lo que sé.

A todos los internos y residentes del hospital, porque sin ellos trabajar allí no sería lo mismo. Así como a mis compañeros internos y de residencia, en especial a mis dos favoritas Clarita y M^a Ángeles.

A mis compañeros de carrera: Laura, M^a Carmen, Rosa, M^a Ángeles, Lorena, Pino, Quique, Luis, Rafa, Monti, Natalia, Maite, Ici, Mer, Vanesa, Cris, María, Carlos, Edgar, Ana, Pablo, Gonzalo, Nacho y todos los demás. Porque han sido unos años inolvidables, aunque estemos lejos os siento cerca.

A mis amigas del colegio, en especial a M^a Ángeles porque este año ha sido difícil y has estado a mi lado siempre.

A mis amigas del instituto, en especial a Alba porque estás ahí cuando te necesito.

A mis amigos de Denia, porque allí he pasado los mejores momentos de mi vida.

A toda mi familia, en especial a mi abuela Concha porque te quiero mucho.

A mí cuñado Juan, porque siempre me haces reír y has sido el primer no veterinario que se ha leído mi tesis.

A mi hermana, porque siempre has sido mi ejemplo a seguir, mi confidente y mi mejor amiga.

A mi padre, porque soy igual que tú y eso me hace ser especial.

A mi madre, porque siempre te preocupas más de los demás que de ti misma, me guías cuando dudo y me levantas cuando caigo. Este trabajo también es en parte tuyo.

A todas las pequeñas cosas de la vida.