



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

MAESTRÍA EN MEDICINA VETERINARIA CON ESPECIALIDAD EN CLÍNICA Y
CIRUGÍA DE PEQUEÑAS ESPECIES

Tema de tesis:

“Medición de lactato sérico como marcador de hipoxia celular en perras esterilizadas en la unidad de bienestar animal (UBA) de la ciudad de Quito”

Autor:

MVZ David Torres Guerrón

Modalidad de Titulación:

Proyectos de desarrollo

TUTOR (A) : Dra. Ana Elizabeth Guerrero López

COTUTOR:

MACHALA, 2025

DEDICATORIA

A mi familia con su apoyo incondicional y UBA calderón por su gran labor y dedicación
diaria

AGRADECIMIENTO

A mi familia que durante la maestría me apoyaron en toda circunstancia, a profesores y tutores que dedicaron a compartir su gran conocimiento, universidad de Machala, compañeros de maestría que inspiraron ser mejor cada día

RESPONSABILIDAD DE AUDITORIA

Yo, David Torres Guerrón con C.I. 040133192-1, declaro que el trabajo de, “Medición de lactato sérico como marcador de hipoxia celular en perras esterilizadas en la unidad de bienestar animal (UBA) de la ciudad de Quito” en opción al título de Magister en clínica y cirugía de pequeñas especies, es original y auténtico; cuyo contenido: conceptos, definiciones, datos empíricos, criterios, comentarios y resultados son de mi exclusiva responsabilidad.

David Torres Guerrón

C.I. 0401331921

Machala, año/mes/día

REPORTE DE SIMILITUD TURNITIN

CERTIFICACION DEL TUTOR

Yo, Ana Guerrero con C.I. 1713390308 tutor del trabajo de, “Medición de lactato sérico como marcador de hipoxia celular en perras esterilizadas en la unidad de bienestar animal (UBA) de la ciudad de Quito”, en opción al título de Magister en Magister en clínica y cirugía de pequeñas especies, ha sido revisado, enmarcado en los procedimientos científicos, técnicos, metodológicos y administrativos establecidos por el Centro de Posgrado de la Universidad Técnica de Machala (UTMACH), razón por la cual doy fe de los méritos suficientes para que sea presentado a evaluación.

Dra. Ana Guerrero

C.I. 1713390308

Machala, año/mes/día

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo, David Torres Guerrón con C.C 0401331921, autor del trabajo de titulación “Medición de lactato sérico como marcador de hipoxia celular en perras esterilizadas en la unidad de bienestar animal (UBA) de la ciudad de Quito”, en opción al título de Magister en clínica y cirugía de pequeñas especies, declaro bajo juramento que:

- El trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido presentado previamente para ningún grado o calificación profesional. En consecuencia, asumo la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.
- Cede a la Universidad Técnica de Machala de forma exclusiva con referencia a la obra en formato digital los derechos de:
 - a. Incorporar la mencionada obra en el repositorio institucional para su demostración a nivel mundial, respetando lo establecido por la Licencia Creative Commons Attribution - NoCommercial – Compartir Igual 4.0 Internacional (CC BY NCSA 4.0); la Ley de Propiedad Intelectual del Estado Ecuatoriano y el Reglamento Institucional.
 - b. Adecuarla a cualquier formato o tecnología de uso en INTERNET, así como correspondiéndome como Autor la responsabilidad de velar por dichas adaptaciones con la finalidad de que no se desnaturalice el contenido o sentido de la misma.

David Torres Guerrón
C.C. 04013331921

Machala, año/mes/día

RESUMEN

El presente proyecto de titulación se enfocó en determinar la existencia de hipoxia celular en hembras caninas esterilizadas en campañas, mediante la medición de lactato sérico antes y después de la anestesia. Se llevo a cabo una investigación tipo observacional y descriptiva, apoyándose en un enfoque prospectivo y longitudinal, dado que los datos se recolectaron en las mismas pacientes.

Para la investigación, se tomó un total de 60 muestras, con dos muestras por paciente, evaluando a 10 pacientes por día durante un período de tres días en la Unidad de Bienestar Animal (UBA). De manera general, se evidenció que en el 60 % de las pacientes hubo una ligera elevación del nivel de lactato, clasificada entre leve y moderada, después de la anestesia. Los valores promedio fueron de 3,2 mmol/L, en comparación con 2,9 mmol/L registrados antes de la anestesia.

La anestesia utilizada en la investigación, es de tipo total intravenosa (TIVA) y debido a la limitación de recursos, las campañas de esterilización utilizan fármacos económicos y aplican un protocolo anestésico general para todos los pacientes, sin distinción de necesidades individuales.

También se analizaron diferencias según la edad y el tamaño de las pacientes. Las hembras adultas mostraron niveles ligeramente más altos, con un promedio de 3,9 mmol/L después de la anestesia. En cuanto al tamaño, los niveles de lactato fueron mayores en pacientes grandes de 11 a 20 kg de peso, quienes alcanzaron un promedio de 3,7 mmol/L.

En conclusión, los resultados reflejan un aumento leve en los niveles de lactato, lo que podría indicar hipoxia. Sin embargo, esta elevación es reversible y probablemente ocasionada por factores como el estrés y el uso de medicamentos anestésicos, por lo que no se considera indicativa de un mal pronóstico.

PALABRAS CLAVE: Hipoxia, caninas, lactato, anestesia.

ABSTRACT

This graduation project focused on determining the existence of cellular hypoxia in female dogs sterilized in campaigns by measuring serum lactate levels before and after anesthesia. An observational and descriptive research study was conducted, supported by a prospective and longitudinal approach, as data were collected from the same patients.

For the research, a total of 60 samples were taken, with two samples per patient, evaluating 10 patients per day over a period of three days at the Animal Welfare Unit (UBA). Overall, it was found that 60% of the patients experienced a slight increase in lactate levels, classified as mild to moderate, after anesthesia. The average values were 3.2 mmol/L, compared to 2.9 mmol/L recorded before anesthesia.

The anesthesia used in the study was total intravenous anesthesia (TIVA), and due to resource limitations, sterilization campaigns use cost-effective drugs and apply a general anesthetic protocol for all patients, without distinction for individual needs.

Differences based on age and size of the patients were also analyzed. Adult females showed slightly higher levels, with an average of 3.9 mmol/L after anesthesia. In terms of size, lactate levels were higher in large patients weighing between 11 and 20 kg, who reached an average of 3.7 mmol/L.

In conclusion, the results reflect a mild increase in lactate levels, which could indicate hypoxia. However, this elevation is reversible and likely caused by factors such as stress and the use of anesthetic drugs, so it is not considered indicative of a poor prognosis.

KEYWORDS: Hypoxia, canine, lactate, anesthesia.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
RESPONSABILIDAD DE AUDITORIA	IV
REPORTE DE SIMILITUD TURNITIN	V
CERTIFICACION DEL TUTOR.....	VI
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR	VII
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT	IX
TABLA DE CONTENIDO	X
LISTA DE TABLAS.....	XIII
LISTA DE FIGURAS	XV
LISTA DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS.....	XV
LISTA DE ANEXOS	XVII
1 INTRODUCCION.....	18
2 OBJETIVOS.....	20
2.1 Objetivo general	20
2.2 Objetivos específicos.....	20
3 CAPITULO 1. MARCO TEORICO REFERENCIAL.....	21
3.1 LACTATO	21
3.1.1 Lactato y su fisiología	21
3.1.2 Producción, metabolismo y excreción de lactato	23
3.1.3 Causas de elevación del lactato	24
3.1.3.1 Hiperlactatemia.....	24
3.1.3.2 Acidosis láctica	24
3.1.3.2.1 Acidosis láctica tipo A.....	24
3.1.3.2.2 Acidosis láctica tipo B.....	24
3.1.4 Lactato sérico como biomarcador	25
3.1.5 Equipo para medición del lactato	25
3.1.6 Toma de muestra.....	27
3.1.6.1 Sangre.....	27
3.1.6.2 Plasma	27
3.1.6.3 Suero	28
3.1.7 Utilidad clínica de la medición de lactato	28
3.1.8 Valores de referencia de concentraciones de lactato sérico en caninos.....	28

3.2	HIPOXIA CELULAR	29
3.2.1	Tipos de hipoxia.....	30
3.2.1.1	Hipoxia anóxica.....	30
3.2.1.2	Hipoxia anémica	30
3.2.1.3	Hipoxia por estasis.....	30
3.2.1.4	Hipoxia histotóxica	30
3.2.2	Efectos fisiopatológicos de la hipoxia	31
3.2.3	Hipoxia celular como producto del estrés quirúrgico	31
3.2.4	Prevención de la hipoxia.....	31
3.2.5	Reconocimiento de la hipoxia.....	32
3.2.6	Tratamiento de la hipoxia	32
3.3	ANESTESIA.....	33
3.3.1	Introducción a la anestesia.....	33
3.3.2	Tipos de anestesia	34
3.3.2.1	Por localización.....	34
3.3.2.2	Por profundidad	34
3.3.3	Valoración preanestésica.....	34
3.3.4	Alteraciones metabólicas asociadas al procedimiento quirúrgico	35
3.3.5	Factores de riesgo en el paciente anestesiado	35
3.3.6	Clasificación del estado físico	36
3.3.7	Etapas sucesivas del procedimiento anestésico	37
3.3.7.1	Premedicación.....	37
3.3.7.2	Inducción.....	38
3.3.7.3	Mantenimiento.....	38
3.3.7.4	Recuperación.....	38
3.3.7.5	Monitorización	39
3.3.8	Complicaciones anestésicas	39
3.3.9	Protocolos anestésicos utilizados en campañas de esterilización.....	40
3.3.10	Proceso de selección de pacientes en campañas de esterilización.....	40
3.3.11	Tipos agentes inyectables de la investigación.....	40
3.3.11.1	Acepromacina	40
3.3.11.2	Clorhidrato de Tramadol	41
3.3.11.3	Clorhidrato de Ketamina	41
3.3.11.4	Diazepam	41
4	CAPITULO 2. MATERIALES Y METODOS	42
4.1	DISEÑO METODOLÓGICO	42

4.1.1	Tipo de estudio.....	42
4.1.2	Ubicación del estudio	42
4.1.3	Población y muestra	42
4.1.4	Criterios de Exclusión:	42
4.1.5	Análisis estadístico	43
4.1.6	Variables del estudio	43
4.1.7	Procedimiento	43
4.2	MATERIALES	43
4.2.1	Equipos.....	43
4.2.2	Materiales	44
5	CAPITULO 3. RESULTADOS.....	45
5.1	Análisis de los resultados generales	45
5.2	Análisis de los resultados según la edad.....	46
5.3	Análisis de los resultados según el peso.....	48
6	CAPITULO 4. DISCUSION.....	52
6.1	Interpretación del comportamiento del LAC pre y post quirúrgico en pacientes caninas hembras.....	52
6.2	Interpretación del comportamiento del LAC pre y post quirúrgico en pacientes caninas hembras según la edad.	53
6.3	Interpretación del comportamiento del LAC pre y post quirúrgico en pacientes caninas hembras según el peso.	53
7	CONCLUSIONES	55
8	RECOMENDACIONES	56
9	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	57
10	ANEXOS	60

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Proporción y sitios de producción y excreción de lactato.	23
Tabla 2. Valores de referencia de lactato sérico en caninos y felinos.	29
Tabla 3. Valores de referencia tomando en cuenta la altura de lactato sérico en caninos y felinos.....	29
Tabla 4. Efectos positivos y negativos de la anestesia.....	33
Tabla 5. Clasificación de estado físico según la Sociedad Americana de Anestesiología (ASA).....	36
Tabla 6. Esquema secuencial de las fases de una anestesia.	37
Tabla 7. Plano anestésico.....	39
Tabla 8. Variables del estudio.....	43
Tabla 9. Comportamiento del LAC pre y post quirúrgico en pacientes caninas hembras.	45
Tabla 10. LAC pre y post quirúrgico en pacientes caninas hembras según el nivel.....	45
Tabla 11. Comportamiento del LAC pre y post quirúrgico en pacientes caninas hembras jóvenes de uno a cuatro años.	46
Tabla 12. LAC pre y post quirúrgico en pacientes caninas hembras jóvenes de uno a cuatro años según el nivel.....	47
Tabla 13. Comportamiento del LAC pre y post quirúrgico en pacientes caninas hembras adultas de cinco a ocho años.....	47
Tabla 14. LAC pre y post quirúrgico en pacientes caninas hembras adultas de cinco a ocho años según el nivel.....	47
Tabla 15. Comportamiento del LAC pre y post quirúrgico en pacientes caninas hembras de tamaño mediano de 5 a 10 kilos.....	48

Tabla 16. LAC pre y post quirúrgico en pacientes caninas hembras de tamaño mediano de 5 a 10 kilos, según el nivel.....	49
Tabla 17. Comportamiento del LAC pre y post quirúrgico en pacientes caninas hembras de tamaño grande de 11 a 20 kilos.....	49
Tabla 18. LAC pre y post quirúrgico en pacientes caninas hembras de tamaño grande de 11 a 20 kilos, según el nivel.....	50
Tabla 19. Comportamiento del LAC pre y post quirúrgico en pacientes caninas hembras de tamaño gigante de 21 a 27 kilos.....	50
Tabla 20. LAC pre y post quirúrgico en pacientes caninas hembras de tamaño gigante de 21 a 27 kilos, según el nivel.....	50

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de la Glucolisis.....	22
Figura 2. Medidor de lactato Acutrend PLUS.	26
Figura 3. Ubicación geográfica de la UBA CAVRAT CALDERON.	42

LISTA DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

ASA= Clasificación de estado físico según la Sociedad Americana de Anestesiología

ATP = Trifosfato de adenosina

$C_3H_5O_3^-$ = Ion lactato

$C_3H_6O_3$ = Ácido láctico

$C_6H_{12}O_6$ = Molécula de glucosa

CO_2 = Dióxido de carbono

FC= Frecuencia cardíaca

FR= Frecuencia respiratoria

GABA= Ácido gamma-aminobutírico

H^+ = Ion hidrogeno

HIF-1= Factor inducible por hipoxia

IC= Infusión continua

IM= Intramuscular

IV =Endovenoso

LAC= Lactato

LDH= Enzima L-lactato deshidrogenasa

LED = Luz emitida por diodo

mmol/L= Milimoles por litro

M1= metabolito O-desmetiltramadol

NAD^+ = Nicotinamida adenina dinucleótido (forma oxidada)

$NADH$ = Nicotinamida adenina dinucleótido (forma reducida)

NMDA = Receptores de N-metil-D-aspartato

PaO₂= Presión parcial de oxígeno

PIVA = Anestesia parcial endovenosa

PO= Por vía oral

pH = Potencial de hidrógeno

SC= Subcutáneo

SNC= Sistema nervioso central

SSF: Suero salino fisiológico

TIVA= Anestesia total intravenosa

T1= Antes de la anestesia

T2= Después de la anestesia

UBA = Unidad de bienestar animal

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Tabla con el protocolo anestésico utilizado en la UBA y en algunos centros veterinarios.-----	60
Anexo 2. Tabla de resultados de medición de lactato sérico en pacientes pre y post quirúrgicos-----	61
Anexo 3. Imagen de toma de muestra antes de la anestesia.-----	62
Anexo 4. Imagen de toma de muestra después de la anestesia.-----	62
Anexo 5. Lectura de resultados inmediatos.-----	63

1 INTRODUCCION

La hipoxia celular, definida como la reducción en el suministro adecuado de oxígeno a los tejidos, representa una condición crítica que puede comprometer la función metabólica y la supervivencia celular (1,2). En medicina veterinaria, la detección y el manejo temprano de la hipoxia son esenciales para garantizar el bienestar de los pacientes, especialmente durante procedimientos quirúrgicos. Un indicador ampliamente utilizado para evaluar la hipoxia es el lactato, un biomarcador que refleja el equilibrio entre el metabolismo aeróbico y anaeróbico, que se presenta dentro de las células como son : los hepatocitos, células cardiacas, células musculares esqueléticas, mediante el proceso de gluconeogénesis o por oxidación siendo particularmente útil en contextos de estrés metabólico como la anestesia y la cirugía, puesto que es un medidor clave de mortalidad tanto en la medicina humana como en la veterinaria (3).

Las campañas de esterilización masiva desempeñan un papel crucial en el control de la población canina, contribuyendo a la reducción de animales en situación de calle y al mejoramiento de la salud pública. Sin embargo, estas campañas suelen llevarse a cabo en condiciones que presentan diferentes desafíos, como recursos limitados, variabilidad en el estado clínico de los pacientes y la necesidad de realizar procedimientos quirúrgicos rápidos, lo que puede causar un desequilibrio celular por las drogas utilizadas y posibles sobredosisaciones debido al uso de fármacos en cantidades estándar y no diferenciado para cada paciente, además la falta de monitorización continua de parámetros fundamentales como lo es la saturación de oxígeno hace que no se evidencia si existe riesgo de hipoxia. En este contexto, evaluar parámetros fisiológicos como el lactato es fundamental para garantizar la seguridad y el bienestar de los animales intervenidos (4,5).

Diversos estudios han señalado que la anestesia puede alterar la oxigenación tisular y provocar cambios en los niveles de lactato, dependiendo de factores como el peso, la edad y las condiciones ambientales. A nivel del mar, se han establecido valores normales de lactato entre 0,3 y 2,5 mmol/L, mientras que, en altitudes mayores, como los 2.800 metros sobre el nivel del mar, estos valores pueden variar (2,6). En la Unidad de Bienestar Animal (UBA), donde se realizan campañas de esterilización en altura, es importante evaluar cómo la anestesia afecta el metabolismo celular de las hembras caninas esterilizadas y si estos cambios indican un riesgo de hipoxia.

Este estudio busca medir y comparar los niveles de lactato antes y después de la anestesia en hembras caninas intervenidas en campañas de esterilización en la UBA. Los resultados permitirán identificar posibles alteraciones metabólicas asociadas al procedimiento quirúrgico y contribuir al desarrollo de protocolos más seguros que prioricen el bienestar de los animales durante estas intervenciones.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

- Determinar la existencia de hipoxia celular mediante medición de lactato antes y después de la anestesia en hembras caninas esterilizadas en Unidad de Bienestar Animal (UBA).

2.2 Objetivos específicos

- Determinar el valor de lactato antes y después de la anestesia en la Unidad de Bienestar Animal (UBA).
- Asociar valores de lactato para determinar la injuria o hipoxia celular durante proceso de recuperación a los 10 minutos.

3 CAPITULO 1. MARCO TEORICO REFERENCIAL

3.1 LACTATO

3.1.1 Lactato y su fisiología

El lactato y el ácido láctico son frecuentemente confundidos y erróneamente considerados sinónimos. Sin embargo, es importante saber que el lactato es la forma iónica del ácido láctico ($C_3H_6O_3$), que se forma cuando este se disocia, produciendo dos iones: lactato ($C_3H_5O_3^-$) y un protón hidrogeno (H^+)(7).

El lactato es el producto final de la glucólisis anaeróbica, que ocurre cuando una molécula de glucosa ($C_6H_{12}O_6$) se metaboliza sin la presencia de oxígeno. En condiciones normales, su concentración sanguínea es muy baja (8,9)

La glucólisis es un proceso bioquímico que tiene como objetivo proporcionar energía a las células. Durante este proceso, la glucosa se convierte en piruvato, ATP y NADH, sin requerir oxígeno. Aunque la glucólisis ocurre en todas las células, se ha estudiado principalmente en el cerebro, corazón y músculo esquelético (2,10)

En condiciones aeróbicas, la glucosa se metaboliza a ácido pirúvico, el cual es descarboxilado en la matriz mitocondrial por el complejo enzimático piruvato deshidrogenasa, produciendo CO_2 y acetil coenzima A. Este compuesto inicia el ciclo de Krebs, seguido por la fosforilación oxidativa, lo que resulta en la producción de energía y la generación de glucosa a través de la gluconeogénesis (7,8)

En condiciones anaeróbicas, como en los glóbulos rojos (que no tienen mitocondrias) o en otros tejidos durante periodos de hipoxia, el piruvato se reduce a lactato mediante la enzima L-lactato deshidrogenasa (LDH). Esta reacción regenera nicotinamida adenina dinucleótido (NAD^+), permitiendo que la glucólisis continúe, y mantiene un equilibrio entre el lactato y el piruvato en una proporción de aproximadamente diez a uno, durante el metabolismo normal (1,7,11).

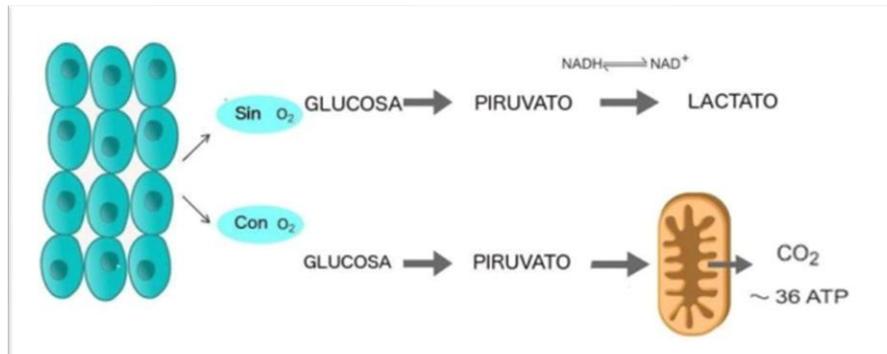


Figura 1. Esquema de la Glucólisis.

Fuente: Adaptado de (3)

El lactato producido en el citoplasma puede cruzar la membrana celular hacia la sangre a través de transportadores, dirigiéndose al hígado donde se convierte nuevamente en piruvato y es utilizado para la síntesis de glucosa en un proceso conocido como el ciclo de Cori. Esta glucosa puede ser almacenada como glucógeno o liberada al torrente sanguíneo para su uso en otros tejidos (7,8,12).

Si las condiciones de hipoxia persisten, los tejidos se ven obligados a utilizar la glucólisis como única vía para la producción de energía. Esto provoca un aumento de los hidrogeniones generados por la continua producción de ATP. Inicialmente, estos hidrogeniones son tamponados por los sistemas buffer del organismo, pero una vez que esta capacidad es superada, puede llevar a acidemia, acompañada de un aumento en los niveles de lactato. Una vez restablecido el oxígeno, tanto el lactato como los hidrogeniones se metabolizan a glucosa o se transforman en agua y dióxido de carbono(7).

3.1.2 Producción, metabolismo y excreción de lactato

En condiciones normales, la producción diaria de lactato se genera principalmente en el músculo esquelético, la piel, el cerebro, el corazón, el sistema gastrointestinal, la médula renal y los glóbulos rojos. Sin embargo, en situaciones de alteración, otros tejidos también pueden producir lactato en grandes cantidades, como ocurre en casos de lesiones pulmonares o sepsis (8)

Los principales mecanismos de metabolización del lactato son dos. El primero es la gluconeogénesis, un proceso que ocurre principalmente en el hígado, el cual metaboliza entre el 50 % y el 70 % del lactato, mientras que los riñones metabolizan aproximadamente entre el 25 % y el 30 %. El segundo mecanismo es la oxidación, que ocurre en condiciones de reposo y tiene lugar en varios órganos sin restricciones, como el corazón, el cerebro y el músculo esquelético (8,9,13).

Tabla 1. Proporción y sitios de producción y excreción de lactato.

Producción	Excreción
Músculo esquelético, 25%	Hígado, 60%
Piel, 25%	Riñon, 30%
Eritrocitos, 20%	Músculo esquelético, 5%
Cerebro, 20%	Músculo cardíaco, 5%
Intestinos, 10%	

Fuente: Adaptado de: (1).

Cuando los niveles de producción de lactato superan su tasa de eliminación, este se acumula en sangre, superando los parámetros normales y señalando que las células han entrado en un estado anaeróbico (14). Esta acumulación, debida a un suministro insuficiente de oxígeno para satisfacer las demandas energéticas, se denomina hiperlactatemia. Si el organismo no puede compensarla, puede conducir a una disfunción celular y orgánica significativa en todos los sistemas del organismo dando lugar a un cuadro metabólico denominado acidosis láctica, caracterizada por una disminución del pH sanguíneo y una concentración elevada de lactato en sangre (2,7,12).

3.1.3 Causas de elevación del lactato

3.1.3.1 Hiperlactatemia

La hiperlactatemia puede surgir de manera fisiológica normal, como en el ejercicio, donde el lactato se eleva por el aumento del flujo sanguíneo y el adecuado aporte de oxígeno al hígado, que facilita su eliminación. Sin embargo, en la práctica clínica, generalmente se asocia con condiciones de hipoxia tisular, un resultado del metabolismo anaerobio, aunque también puede aparecer por causas no anaerobias, como enfermedades crónicas (por ejemplo, insuficiencias) (1,2). También puede ser resultado de uso de ciertos fármacos o de una respuesta innata del organismo, que se podría considerar como una falla del mismo, donde la acumulación lactato persiste debido a que el hígado excede el índice de producción de lactato, sobre el índice de eliminación (1,9,15)

3.1.3.2 Acidosis láctica

La acidosis láctica ha sido clasificada en dos tipos: Tipo A y Tipo B.

3.1.3.2.1 Acidosis láctica tipo A

Este tipo es resultado de una hipoxia tisular. Cuando se reduce la oxigenación o perfusión de los tejidos (por ejemplo, en situaciones de shock), se activa el factor inducible por hipoxia (HIF-1) y se bloquea la enzima piruvato deshidrogenasa, desviando el piruvato hacia el metabolismo anaerobio, lo que incrementa la producción de lactato y su concentración en sangre(7,12). Las principales causas de la acidosis láctica tipo A incluyen una disminución en la entrega de oxígeno debido a condiciones como shock (hipovolémico, cardiogénico, séptico), hipoperfusión tisular, hipoxemia severa, anemia y paro cardiorrespiratorio. En situaciones menos severas, como el ejercicio intenso o las convulsiones, puede presentarse una acidosis láctica transitoria y benigna, que responde a una alta demanda de oxígeno (7,13)

3.1.3.2.2 Acidosis láctica tipo B

Ocurre con una oxigenación tisular adecuada, pero existe una disfunción en la función mitocondrial o en el metabolismo de los carbohidratos. En este caso, las células no pueden utilizar adecuadamente el oxígeno suministrado o hay una disminución en el aclaramiento del lactato, aunque no hay evidencia clara de hipoxia tisular. Este tipo se clasifica en tres subtipos (7,12,13):

- B1: Asociada a enfermedades subyacentes que disminuyen el aclaramiento del lactato, como, sepsis, neoplasias (especialmente linforreticulares), diabetes mellitus, enfermedad hepática grave (falla en el aclaramiento del lactato) y feocromocitoma.
- B2: Relacionada con la administración de drogas o toxinas que alteran la fosforilación oxidativa, incluyendo acetaminofén, carbón activado, estimulantes beta-2, bicarbonato, catecolaminas, corticoides, etanol, etilenglicol, propofol, estricnina, xilitol, nutrición parenteral total, teofilina e insulina.
- B3: Asociada a errores innatos del metabolismo, como miopatías mitocondriales, deficiencias enzimáticas, encefalopatía mitocondrial y acidosis láctica tipo D.

3.1.4 Lactato sérico como biomarcador

El lactato es un predictor clave de mortalidad en la mayoría de los pacientes y puede utilizarse como biomarcador debido a que es una sustancia objetivamente medible que indica tanto procesos biológicos normales como patológicos. Con una sola muestra intravenosa de lactato, se puede obtener una evaluación precisa del riesgo, ya que un nivel elevado sugiere una perfusión y oxigenación inadecuadas de las células en el organismo, lo que facilita un diagnóstico y tratamiento más acertado (3)

Tanto en medicina humana como veterinaria, concentraciones de lactato superiores a tres mmol/L se asocian con un alto riesgo de mortalidad, especialmente en condiciones críticas como el choque séptico. Es fundamental realizar un seguimiento del aclaramiento del lactato en pacientes críticos mediante tomas seriadas a las 6,12 y 24 horas de hospitalización, ya que esto permite evaluar la respuesta al tratamiento y prever los pronósticos de supervivencia y riesgo de muerte (14)

3.1.5 Equipo para medición del lactato

Actualmente la medición de lactato se utiliza con más frecuencia en la atención veterinaria, especialmente en el monitoreo de pacientes críticos. La rapidez en la obtención de resultados es fundamental para esta área, ya que anteriormente se requería una muestra de sangre considerable, que debía enviarse a un laboratorio externo, lo cual implicaba una pérdida de tiempo valioso y un mayor costo en el examen (6).

Actualmente, existen analizadores portátiles de lactato, similares a los medidores de glucosa, que permiten obtener resultados de manera inmediata y con mayor precisión, facilitando su uso en clínica veterinaria. Estos dispositivos, de costo accesible, representan una gran eficiencia al requerir solo una pequeña gota de sangre para la medición, y pueden utilizarse directamente junto al paciente en el momento necesario.

El *Acutrend PLUS* es un analizador portátil de lactato que mide la concentración de lactato en sangre mediante una reacción fotométrica de reflectancia. Al aplicar la muestra en la tira reactiva, se produce una reacción enzimática que genera un colorante cuya intensidad aumenta en proporción al lactato presente. La tira se ilumina con un LED, y un detector mide la intensidad de la luz reflejada, que es mayor cuanto más alta es la concentración de lactato. El dispositivo ajusta el resultado usando el valor del blanco inicial y los datos del lote, mostrando así un resultado cuantitativo preciso (16).



Figura 2. Medidor de lactato Acutrend PLUS.

Fuente: investigación directa.

3.1.6 Toma de muestra

Existen algunas recomendaciones sobre la correcta toma de muestra para la obtención de valores más reales sobre el lactato, Aunque algunos autores sugieren el uso de sangre arterial, en la práctica veterinaria es más común utilizar sangre venosa, ya que las diferencias en los resultados no son clínicamente significativas siempre que la muestra se obtiene en condiciones adecuadas (2,12,15).

Es posible tomar muestras de venas periféricas, venas centrales o capilares periféricos. En estudios realizados en perros sanos, se han observado diferencias mínimas en los resultados entre muestras de la vena cefálica y la vena yugular, siendo ambas opciones válidas. Sin embargo, por comodidad y facilidad, la toma de muestras se realiza con mayor frecuencia en una vena de la región craneal, lo cual también es el sitio recomendado para mediciones seriadas. Se sugiere realizar una punción directa, aunque también puede utilizarse un catéter intravenoso, teniendo cuidado de evitar la contaminación con líquidos intravenosos, ya que esto podría afectar los resultados (2,6).

Entre las recomendaciones generales se sugiere que el paciente esté en ayunas y en reposo absoluto, evitando cualquier situación que pueda generar un aumento de lactato, como lucha o agitación, el uso de torniquete, movimientos de bombeo durante la extracción de sangre (6).

Las muestras más comunes son de sangre y plasma, aunque también se puede medir el lactato en otros líquidos biológicos:

3.1.6.1 Sangre

Las muestras con heparina son adecuadas y deben analizarse inmediatamente tras la extracción. Si no es posible, deben conservarse en frío de cuatro a ocho grados centígrados pueden analizarse en los 40 minutos siguientes, mientras que a temperatura ambiente (21-22°C) deben analizarse antes de 20 minutos (9).

3.1.6.2 Plasma

La muestra de plasma heparinizado debe conservarse en frío. Debe separarse el plasma de las células en menos de 15 minutos y analizarse lo antes posible. Puede conservarse refrigerado hasta 24 horas o congelado durante un mes a -70 °C (12)

3.1.6.3 Suero

Estas muestras son estables durante dos horas a temperatura ambiente y se valoran mediante espectrofotometría. No obstante, aunque puede ser una muestra válida, no se usa normalmente en la práctica diaria con los métodos convencionales (12)

3.1.7 Utilidad clínica de la medición de lactato

Aunque los estudios disponibles son limitados en comparación con los de la medicina humana, las investigaciones en medicina veterinaria han demostrado que el lactato sanguíneo se puede utilizar para impulsar la atención de un paciente hacia un resultado más favorable e incluso proporcionar un mejor pronóstico gracias a su capacidad de predicción (8,9).

Al ser una prueba de bajo costo para los tutores, se ha convertido en un procedimiento rutinario para evaluar la evolución clínica del paciente tras el manejo terapéutico inicial, lo que la convierte en una herramienta clínica muy beneficiosa en el área de emergencias y hospitalización, especialmente para monitorear a pacientes críticos. Esto le brinda al médico una base sólida para tomar decisiones informadas durante el tratamiento (14)

La medición de lactato es esencial en pacientes con traumatismo o sepsis grave, ya que permite detectar la necesidad de intervenciones inmediatas. Niveles elevados de lactato indican hipoperfusión tisular, lo que se manifiesta en taquicardia, taquipnea y alteraciones del estado mental. Si los tratamientos logran reducir estos niveles en 24 a 48 horas, las probabilidades de supervivencia mejoran significativamente (9).

3.1.8 Valores de referencia de concentraciones de lactato sérico en caninos

Algunos estudios establecieron un valor de 2,5 mmol/L como límite normal para las concentraciones de lactato en perros y gatos. Cualquier valor superior a 2.5 mmol/L indica hiperlactatemia y requiere investigar su causa. Para evaluar el grado de daño, se ha propuesto un rango de referencia de 0,5 a 2,5 mmol/L en caninos y de 0,6 a 2,5 mmol/L en felinos, con la siguiente sugerencia de rangos de diagnóstico (6)

Tabla 1. Valores de referencia de lactato sérico en caninos y felinos

Tabla 2. Valores de referencia de lactato sérico en caninos y felinos.

Valor de lactato sérico (Mmol/L)	Interpretación
< 2.5	Normal
3 - 5	Aumento leve
5 - 7	Aumento moderado
> 8	Aumento severo

Fuente: Adaptado de: (17)

Además, se pueden tener otros valores de referencia similares dependiendo la ubicación, pues hay una varianza, haciendo énfasis la altura. Los valores referenciales para caninos a 2.800 msnm es 3.34 mmol/L, y para los caninos a nivel de mar tiene un rango máximo de 2.5 mmol/L (2)

Tabla 3. Valores de referencia tomando en cuenta la altura de lactato sérico en caninos y felinos.

Valor de lactato sérico (Mmol/L)	Interpretación
< 2.5	Normal
2.5-4.9	Aumento leve
5-7	Aumento moderado
> 7	Aumento severo

Fuente: adaptado de: (2)

3.2 HIPOXIA CELULAR

La hipoxia celular se define como un estado en el que el suministro de oxígeno en la sangre, las células y los tejidos en todo el organismo es insuficiente, y esto causa deficiencia para mantener la homeostasis. Lo cual puede provocar daño en los tejidos afectados y generar problemas de salud a largo plazo. Existen múltiples causas o factores que pueden causar la deficiencia de oxígeno (18,19).

3.2.1 Tipos de hipoxia

3.2.1.1 Hipoxia anóxica

También conocida como hipoxia hipóxica, ocurre cuando la presión parcial de oxígeno (PaO_2) en la sangre arterial disminuye debido a una oxigenación inadecuada al pasar por los pulmones. Este efecto ocurre en la fase de ventilación alveolar de la respiración, lo que produce una deficiente entrega de oxígeno atmosférico a la sangre de los capilares pulmonares. Entre sus causas se incluyen neumonía, atelectasia, neumotórax, edema o congestión pulmonar y obstrucción bronquial (18,19)

3.2.1.2 Hipoxia anémica

Se presenta cuando la PaO_2 se encuentra normal pero la cantidad de hemoglobina en la sangre se encuentra disminuida, lo que dificulta el transporte eficiente de oxígeno. Se puede presentar en cualquier tipo de anemia, hemorragias e intoxicaciones (18,19)

3.2.1.3 Hipoxia por estasis

Conocida también como hipoxia por isquemia, se caracteriza porque tanto la PaO_2 como la concentración de hemoglobina son normales, pero el flujo sanguíneo capilar disminuye, lo que compromete el transporte y limita el intercambio gaseoso. Esta condición suele presentarse en casos de insuficiencia congestiva, tromboembolias o shock (18,19).

3.2.1.4 Hipoxia histotóxica

Este tipo de hipoxia se da por una alteración en la fase de utilización del oxígeno, se produce cuando los tejidos son incapaces de utilizar el oxígeno disponible en forma adecuada, debido a la acción de ciertas sustancias sobre el metabolismo celular. A pesar de que los niveles de oxígeno son adecuados, el metabolismo celular se ve afectado. El tóxico más común asociado a esta condición es el cianuro, aunque también se menciona el alcohol (9,18,19)

3.2.2 Efectos fisiopatológicos de la hipoxia

Las consecuencias de la hipoxia dependen de su gravedad, la rapidez con la que se desarrolla y los tejidos afectados. Los principales efectos se pueden ver en el sistema nervioso central (SNC) incluyen daño irreversible con síntomas como delirio, convulsiones e inconsciencia. Además, puede causar insuficiencia renal, insuficiencia cardíaca, hígado graso y debilidad muscular (18,19).

3.2.3 Hipoxia celular como producto del estrés quirúrgico

El nerviosismo, miedo, ansiedad y lucha son factores que es muy común visualizar en los pacientes antes del procedimiento quirúrgico en campañas de esterilización, debido al agrupamiento de gran cantidad de mascotas que se da en el lugar, lo cual pueden activar el sistema nervioso simpático provocando un aumento en la producción de hormonas como el cortisol y las catecolaminas (adrenalina y noradrenalina), lo que incrementa la movilización de glucosa y otras fuentes de energía en los músculos, dando lugar a un aumento de los niveles de lactato en sangre provocando una hipoxia celular , pero transitoria, como una respuesta fisiológica al estrés previo a la anestesia (7,15).

3.2.4 Prevención de la hipoxia

En el contexto de hipoxia celular, para este caso en particular, es importante entender de donde viene la disminución de oxígeno. Por lo cual existen maneras para mantener una buena oxigenación en el proceso quirúrgico, mediante la pre oxigenación antes de inducir al paciente a anestesia, suplementar con oxígeno hará que el paciente tenga una reserva de oxígeno y así disminuya el riesgo de hipoxia(20).

Es importante también tratar de disminuir el estrés, miedo, ansiedad antes de ingresar a la sala de preparación del paciente para una cirugía, esto ara que el paciente no presente mayor riesgo de hipoxia, relacionado al aumento de lactato por la inducción de catecolaminas.

3.2.5 Reconocimiento de la hipoxia

Se puede realizar mediante el chequeo clínico del paciente, donde se observa los signos objetivos como: cianosis en las mucosas en labios y lengua, estado deprimido, desmayo, ansiedad, inquietud y náuseas, en un porcentaje de los casos el paciente se sienta con la cabeza y el cuello extendido, a la auscultación pulmonar se evidencia crepitaciones o sibilancias acompañados de sonidos bronquiales, a la auscultación cardíaca se puede presentar soplos, arritmias(9).

Mientras que, los tutores suelen describir los signos subjetivos y mencionar un aumento del esfuerzo para respirar, tos, ahogo. Lo cual es signo de falta de oxigenación en los tejidos, por lo que se debe actuar de manera inmediata para compensar la falta de oxígeno(20)

3.2.6 Tratamiento de la hipoxia

Es importante una vez con el diagnóstico de hipoxia dar un tratamiento rápido y adecuado, donde se prioriza la suplementación inmediata de oxígeno, mediante cámaras de oxígeno, mascarillas, cánula de oxígeno nasal o nasofaríngea y revisión continua de saturación de oxígeno y signos clínicos, en aquellos pacientes que muestran una severa hipoventilación o el uso prolongado de oxígeno a pesar de la suplementación, se debe valorar el uso de ventilación mecánica (9).

3.3 ANESTESIA

3.3.1 Introducción a la anestesia

La práctica de la anestesia en la clínica veterinaria ha evolucionado significativamente, siendo un procedimiento fundamental para realizar intervenciones quirúrgicas, diagnósticas o terapéuticas de forma segura. La anestesia sigue el principio básico de la tríada anestésica: debe ser reversible, controlada y mínimamente tóxica, con el objetivo principal de evitar el dolor o la incomodidad del paciente y lograr un estado de inconsciencia y relajación muscular, a través de una anestesia balanceada mediante la administración de fármacos anestésicos (21,22).

La administración de estos fármacos, ya sea de forma individual o combinada, generalmente induce un estado de depresión del sistema nervioso central (SNC), impidiendo el reconocimiento de cualquier estímulo sensorial, sin embargo, hay que tener en cuenta que el organismo se genera un gran impacto provocando cambios y es indispensable evitar desbalances con el fin de evitar trastornos sobre los sistemas y funciones vitales del organismo. Además, es importante reconocer que cada paciente es único, y por tanto, requiere un protocolo específico de anestesia (23)

Una anestesia adecuada requiere monitoreos continuos de las constantes fisiológicas del paciente, como la FC, FR, y los niveles de oxígeno, para garantizar su seguridad durante y después del procedimiento, minimizando así los riesgos (22).

Tabla 4. Efectos positivos y negativos de la anestesia.

Efectos positivos	Efectos negativos
Control del dolor	Desarrollo de hipotermia
Inmovilización y relajación muscular	Depresión respiratoria (hipoxemia, apnea)
Reducción de la ansiedad y el estrés	Desorientación y ataxia
Seguridad durante procedimientos largos	Desarrollo de hipotensión
Personalización del protocolo anestésico	Desarrollo de bradicardia, taquicardia
Prevención de reflejos y reacciones involuntarias	Náuseas y vómitos
	Reacciones alérgicas al medicamento

Fuente: adaptado de: (24–26)

3.3.2 Tipos de anestesia

Existen diferentes tipos de anestesia, y la selección de una técnica anestésica depende del objetivo, tipo y duración del procedimiento, experiencia del médico y los medios disponibles. Para comprender cómo actúan, los tipos de anestesia pueden dividirse en dos grandes grupos: según su localización y según su profundidad (27,28)

3.3.2.1 Por localización

la anestesia local, también conocida como regional o locoregional, implica la pérdida de sensibilidad transitoria y reversible en una región específica del cuerpo sin ser necesario que el paciente pierda la conciencia. Por otro lado, la anestesia general provoca una pérdida de sensibilidad ante estímulos externos y la incapacidad de generar una respuesta (27,28)

3.3.2.2 Por profundidad

es posible subdividirla dependiendo de las drogas utilizadas y el procedimiento a realizar, existen los tranquilizantes, que son fármacos específicos para reducir el estado de ansiedad y miedo del animal sin causar somnolencia ni afectar su estado de alerta; la sedación, que combina los efectos de los tranquilizantes con somnolencia, proporcionando un mayor nivel de calma; y la anestesia general, que induce un estado de inconsciencia total tras la administración de tranquilizantes, sedantes y analgésicos (22,27)

3.3.3 Valoración preanestésica

La anamnesis, la exploración física y los métodos laboratoriales diagnósticos son la base para una buena valoración preanestésica, con el objetivo de establecer un protocolo anestésico específico para cada paciente y así se puede determinar el riesgo anestésico (22,23) Además, es importante considerar factores asociados al riesgo que afectan directamente la dosis del fármaco utilizado, los cuales deben ser tomados en cuenta al seleccionar un protocolo anestésico eficaz (29,30).

3.3.4 Alteraciones metabólicas asociadas al procedimiento quirúrgico

Una vez que el paciente es anestesiado, existe el riesgo de hipoxia. Cuando el suministro de oxígeno a nivel celular es insuficiente, las células recurren a vías anaeróbicas menos eficientes, lo que genera ácido láctico. Los niveles sanguíneos de lactato pueden indicar hipoxia, aunque no son exclusivos de esta condición, ya que también aumentan en otras circunstancias. Si la PaO₂ supera los 45 mmHg, el lactato no se eleva en reposo; Sin embargo, en pacientes con PaO₂ crónicamente inferior a 40 mmHg, es común que aparezca acidosis láctica (19).

3.3.5 Factores de riesgo en el paciente anestesiado

La anestesia puede provocar complicaciones e incluso causar la muerte, a pesar de las enormes mejoras en los últimos años en monitorización, técnicas anestésicas y atención general del paciente (31).

Existen varios factores de riesgo que dependen del paciente, tales como la raza, ya que algunas razas tienen sensibilidad a ciertos fármacos. La conformación del paciente también es importante; por ejemplo, las razas braquiocefálicas presentan mayor riesgo de obstrucción respiratoria. El temperamento del animal también influye, ya que puede ser necesario administrar más fármacos para tranquilizar a animales más agitados. La edad es otro factor importante, pues los pacientes pediátricos o geriátricos responden de manera diferente a los jóvenes adultos. El peso y la condición corporal influyen directamente en la dosis de fármaco utilizada. Otros factores relevantes incluyen el estado reproductivo, el nivel de hidratación, el estado del sistema cardiovascular y respiratorio (29,30).

Existen varios factores de riesgo que dependen del paciente, tales como la raza, ya que algunas razas tienen sensibilidad a ciertos fármacos. La conformación del paciente también es importante; por ejemplo, las razas braquiocefálicas presentan mayor riesgo de obstrucción respiratoria. El temperamento también influye, ya que puede ser necesario administrar más fármacos para tranquilizar a animales más agitados. La edad es otro factor importante, pues los pacientes pediátricos o geriátricos responden de manera diferente a los jóvenes adultos. El peso y la condición corporal influyen directamente en la dosis de fármaco utilizada. Otros factores relevantes incluyen el estado reproductivo, el nivel de hidratación, el estado del sistema cardiovascular y respiratorio (29,32).

3.3.6 Clasificación del estado físico

Antes de la anestesia, y con toda la información recopilada a través del historial del paciente, anamnesis y resultados de pruebas diagnósticas, a todos los animales se les clasificara asignando un grupo de estado físico (ASA), según la Sociedad Americana de Anestesiología (26,29)

Tabla 5. Clasificación de estado físico según la Sociedad Americana de Anestesiología (ASA).

ASA I	Paciente sano, sin enfermedad orgánica
ASA II	Paciente con enfermedad sistémica leve controlada
ASA III	sistémica severa pero no totalmente incapacitante
ASA IV	Paciente con enfermedad incapacitante que se constituye en un riesgo constante para la vida del paciente.
ASA V	Moribundo; paciente cuya expectativa de vida no supera las 24 horas con o sin cirugía.
E	Cirugía de Emergencia; puede adicionarse a cualquiera de las anteriores clases de paciente

Fuente: adaptado de: (26,33).

Los animales con un estado ASA I Y II no representan mayor desafío y pueden ser anestesiados de manera habitual. Según diversos estudios, estos pacientes tienen una menor tasa de mortalidad. Los pacientes clasificados como ASA III deben ser previamente estabilizados, y generalmente se emplea un protocolo más riguroso. En cuanto a los pacientes ASA IV y V, requieren monitorización intensiva y protocolos anestésicos específicos, ya que presentan un mayor porcentaje de complicaciones y mortalidad (26,34)

3.3.7 Etapas sucesivas del procedimiento anestésico

Toda técnica anestésica incluye tres períodos: preanestesia, anestesia y postanestesia. Sin embargo, dependiendo de diversos factores, se pueden omitir las etapas de preanestesia y postanestesia anestesia, lo cual depende necesariamente del protocolo que se utilice para cada individuo (23,27).

Tabla 6. Esquema secuencial de las fases de una anestesia.

Secuencia de las fases de una anestesia
Premedicación: ¿necesaria?
Inducción <ul style="list-style-type: none"> • Inyectable • inhalatoria
Mantenimiento <ul style="list-style-type: none"> • Dosis única inyectable • Dosis repetidas inyectables • Inhalatoria • Otro agente de mantenimiento
Recuperación: ¿antagonistas?
Postoperatorio: ¿analgésicos?

Fuente: Adaptado de (23).

3.3.7.1 Premedicación

En términos generales, el objetivo de esta etapa es preparar al paciente mediante la administración de fármacos antes de la inducción y el mantenimiento, para tranquilizar o sedar al animal antes de cualquier procedimiento quirúrgico o terapéutico. Esta fase es importante porque facilita el manejo del animal y reduce las dosis necesarias de anestésicos en aproximadamente un 30-50% (23). Es fundamental considerar el tipo de procedimiento a realizar y la condición del paciente, incluyendo factores como la edad, enfermedades y raza, para seleccionar los medicamentos adecuados, ya que estos pueden variar según cada caso (23,35)

3.3.7.2 Inducción

La inducción anestésica consiste en llevar al paciente a un estado de inconsciencia y desensibilización, marcando el inicio del proceso de anestesia general mediante la administración de fármacos anestésicos por vía enteral, parenteral o inhalatoria. La mayoría de estos fármacos son depresores del sistema respiratorio, por lo que es fundamental preoxigenar al paciente antes de la inducción. Durante esta etapa se realiza la intubación, que debe hacerse con cuidado; el uso de un laringoscopio facilita el procedimiento. Además, se puede emplear lidocaína sin adrenalina para paralizar la laringe y obtener mejores resultados. La elección del fármaco dependerá de los mismos factores previamente mencionados, así como de los posibles efectos secundarios de cada fármaco (27,35).

3.3.7.3 Mantenimiento

En esta etapa es crucial mantener el plano anestésico, considerando siempre el tipo de procedimiento, la duración y otros factores para la elección del fármaco adecuado. Se puede utilizar con agentes inhalatorios y combinar infusiones continuas de analgésicos, lo que permite reducir la cantidad de agentes anestésicos necesarios y proporcionar cobertura analgésica. También se puede utilizar anestesia total intravenosa (TIVA) o anestesia parcial endovenosa (PIVA), el objetivo es proporcionar seguridad y mantener estable el plano anestésico estable. La principal desventaja de cualquiera de estos métodos, dependiendo del fármaco, es la depresión del sistema respiratorio y cardiovascular. Sin embargo, en animales sanos, esto no debería representar un problema significativo (24,35,36)

3.3.7.4 Recuperación

Una vez finalizado el proceso quirúrgico, se suspende la anestesia inhalada o intravenosa con el objetivo de iniciar la recuperación. En esta etapa, el paciente sale lentamente del plano anestésico, recuperando gradualmente la actividad motora y comenzando a mostrar signos de excitación. Por ello, se recomienda que la recuperación se realice en un ambiente tranquilo, cálido y con monitoreo continuo cada 10 minutos, hasta que el paciente esté completamente consciente y estable. Si es necesario, se pueden administrar fármacos reversibles o tranquilizantes en caso de un despertar tardío o descontrolado. Además, es importante considerar el uso de analgésicos postoperatorios, si el procedimiento lo requiere (21,35,36).

3.3.7.5 Monitorización

La clasificación previa y los factores mencionados anteriormente son cruciales, ya que están directamente asociados con la morbilidad y mortalidad del paciente anestesiado. Por esta razón, la monitorización se convierte en un componente indispensable de todo procedimiento anestésico, siendo necesario de forma continua, desde antes de la inducción, durante la intervención quirúrgica y en el postoperatorio. El objetivo de la monitorización es detectar problemas a tiempo para poder ofrecer soluciones rápidas y efectivas (25,26,35)

3.3.8 Complicaciones anestésicas

Para identificar complicaciones, es esencial conocer los valores normales de las constantes fisiológicas y los efectos de los fármacos utilizados. De esta manera, si ocurre alguna complicación, es importante revisar el plano anestésico (Tabla 7). Diversas complicaciones pueden surgir debido a una anestesia superficial o excesivamente profunda, el uso de ciertos fármacos, reflejos del organismo, la manipulación de las vísceras, entre otros. Si ocurre una complicación, pero el plano anestésico se encuentra en un nivel adecuado y las constantes se mantienen estables, generalmente no es necesario intervenir. Sin embargo, si la complicación incluye varios factores, como bradicardia acompañada de bloqueos, se debe actuar de manera inmediata (26,34).

Tabla 7. Plano anestésico

	Superficial	Medio	Profundo
Posición corneal	Central	Ventromedial	Central
Reflejo palpebral	Si	No	No
Pupilas	-	Miosis	Midriasis
Reflejo pupilar	Si	No	No
Corneas húmedas	Si	No	No
Tono mandibular	Si	No	No

Fuente: adaptado de (26).

3.3.9 Protocolos anestésicos utilizados en campañas de esterilización

Las campañas de esterilización son estrategias que optimizan recursos para controlar el crecimiento desmesurado de la población de perros y gatos en áreas urbanas, un problema que afecta la salud pública, el medio ambiente y la fauna silvestre. Debido a la naturaleza de estos procedimientos, llevar a cabo una anestesia rigurosa y compleja no es viable en este contexto. En su lugar, la prioridad es asegurar la inmovilidad, analgesia y sedación adecuada del paciente, lo que permite al cirujano disponer del tiempo necesario para realizar la cirugía de manera efectiva (4,5)

3.3.10 Proceso de selección de pacientes en campañas de esterilización

La selección de los pacientes aceptados en estas campañas de esterilización se basa en una evaluación física rápida realizada el mismo día del procedimiento. Durante esta evaluación, se descartan aquellos animales que no se encuentren en buenas condiciones de salud para someterse a la cirugía, en este caso, una ovariectomía. Por esta razón, las hembras gestantes o mayores de cinco años son excluidas del proceso de selección. Se recomienda a los propietarios, quienes son responsables de llevar a sus mascotas, asegúrese de que estas se encuentren sanas antes de la intervención.

3.3.11 Tipos agentes inyectables de la investigación

Debido a la limitación de recursos que representa hacer una campaña de esterilización con gran afluencia de animales, los veterinarios involucrados se ven en la necesidad de utilizar fármacos económicos y aplicar un protocolo anestésico general para todos los pacientes, sin distinción de necesidades individuales. En su mayoría, se enfoca en el peso del paciente como guía para colocar la dosis de droga necesaria y así realizar el trabajo en el menor tiempo posible (Anexo1).

3.3.11.1 Acepromacina

La acepromacina pertenece al grupo de las fenotiacinas y se utiliza como agente preanestésico. Su efecto sedante se produce al bloquear los receptores postsinápticos de dopamina en el SNC, proporcionando relajación muscular sin analgesia. Tiene propiedades antieméticas, antiespasmódicas, hipotérmicas e hipotensoras, y puede reducir el hematocrito hasta un 50% debido al secuestro de eritrocitos. Es importante ajustar las dosis en animales con disfunción hepática, enfermedades cardíacas o debilitamiento general. No produce depresión del sistema

respiratorio y se puede administrar por vía IV, IM o PO. Su acción comienza entre 10-15 minutos y dura aproximadamente entre cuatro a cinco horas (37–39)

3.3.11.2 Clorhidrato de Tramadol

El clorhidrato de tramadol es un fármaco que pertenece a los agonistas opiáceos y ejerce su acción a nivel de los receptores tipo μ , además de inhibir la recaptación de serotonina y norepinefrina. Aunque no se considera estrictamente un opiáceo, se utiliza principalmente por su acción analgésica. Si bien su eficacia no es tan alta como la de la morfina, se ha demostrado que en la premedicación su uso es relevante debido a los efectos potenciadores como sedante y analgésico. En perros, existe una variabilidad considerable entre pacientes, especialmente porque no todos tienen el metabolito O-desmetiltramadol (MI), que es responsable de un efecto analgésico más potente. Se debe tener especial cuidado en pacientes con disfunción hepática o renal, así como en animales geriátricos o debilitados (28,38).

3.3.11.3 Clorhidrato de Ketamina

Es un anestésico general disociativo e inhibidor de los receptores NMDA, su efecto se produce por inhibición del GABA y bloqueo de la serotonina, norepinefrina y dopamina, lo que provoca una desconexión entre el sistema límbico y la corteza cerebral, generando depresión en el centro de la conciencia, pero sin afectar directamente al SNC. Produce estados anestésicos rápidos (estadios I y II), con una duración del efecto de entre 1 y 2 horas. se debe tener cautela en pacientes con hipertensión, insuficiencia cardíaca, aneurismas, insuficiencia hepática o renal y trastornos convulsivos. Entre sus efectos secundarios se incluyen náuseas, vómitos, hipotensión, bradicardia, alucinaciones, un despertar desorientado y rigidez muscular. Por lo tanto, comúnmente se utiliza en combinación con agonistas alfa-2 o benzodiazepinas para mitigar estos efectos (27,38,40).

3.3.11.4 Diazepam

El diazepam pertenece a la familia de las benzodiazepinas y actúa sobre el SNC, produciendo efectos ansiolíticos, sedantes, hipnóticos, anticonvulsivos y miorelajantes. Al igual que con otros fármacos de este tipo, se debe tener especial cuidado al usarlo en pacientes con afecciones hepáticas, renales, gerontes o debilitados. También es importante considerar la posibilidad de una respuesta contradictoria en caninos, ya que la sedación y tranquilización pueden ser variables en cada individuo (38)

4 CAPITULO 2. MATERIALES Y METODOS

4.1 DISEÑO METODOLÓGICO

4.1.1 Tipo de estudio

El presente estudio es observacional y descriptivo, ya que se observarán los efectos de la anestesia sobre los niveles de lactato, con el objetivo de valorar la hipoxia celular en un grupo específico de hembras caninas sometidas a un protocolo anestésico y analgésico en el centro UBA. Además, es prospectivo y longitudinal, dado que los datos se recolectarán en las mismas hembras antes y después de la anestesia.

4.1.2 Ubicación del estudio

El presente trabajo se llevó a cabo en la UBA, ubicada al norte de la ciudad de Quito, Ecuador, en Calderón, en la Calle de las Semillas y Pasaje 49, con coordenadas VHVJ+XV, Quito.

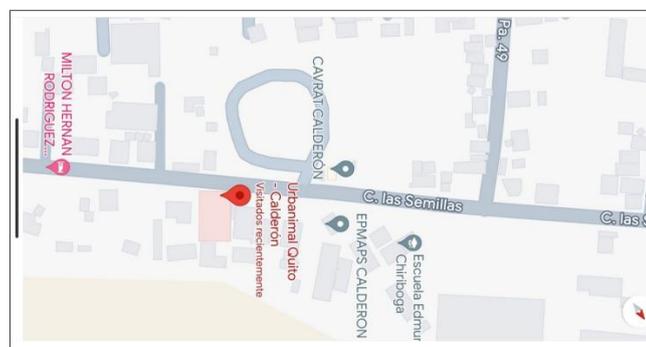


Figura 3. Ubicación geográfica de la UBA CAVRAT CALDERON.

Fuente: Google maps

4.1.3 Población y muestra

La población de este estudio incluyó a los PERRAS CLINICAMENTE SANAS, ENTRE 1 Y 5 AÑOS DE EDAD que asistieron a las campañas de esterilización gratuitas realizadas en las instalaciones de la UBA. Las muestras sanguíneas fueron tomadas de todas las pacientes, sin distinción de raza, alcanzando un total de 30 individuos y 60 muestras DE SANGRE OBTENIDAS en un período de tres días.

4.1.4 Criterios de Exclusión:

Perras gestantes

4.1.5 Análisis estadístico

Para la recopilación de información y el procesamiento de los datos, se utilizó Microsoft Excel para la creación de la base de datos. Se analizaron los niveles de lactato obtenidos, y los resultados se presentaron en tablas para facilitar su interpretación (Anexo 2).

4.1.6 Variables del estudio

Tabla 8. Variables del estudio

VARIABLE	INDICADOR	VALOR FINAL DE MEDICIÓN	TIPO DE VARIABLE
LACTATO SERICO	LACTATOMETRO	mmol/L	CUANTITATIVA
EDAD	CARTILLA	AÑOS	CUALITATIVA
RAZA	CARACTERISTICAS FENOTÍPICAS	DIFERENTES RAZAS	CUALITATIVA

Fuente: Elaboración propia.

4.1.7 Procedimiento

Al ingreso del paciente, se procedió a su sujeción física con la ayuda del tutor para minimizar el estrés. La primera muestra de sangre se tomó de la vena cefálica durante la preparación del paciente. Para ello, se realizó una tricotomía y desinfección de la zona de extracción con torundas de algodón y alcohol, seguido de la colocación de un torniquete. La punción se efectuó en la vena cefálica con un ángulo de 45 grados, mediante aspiración lenta, utilizando una jeringa de tres ml y una aguja de 23G, obteniendo 0,05 ml de sangre equivalente a una gota (Anexo 3).

La segunda muestra de sangre se obtuvo de la misma vena cefálica a los 10 minutos, en la sala de recuperación, con exactamente la misma cantidad de sangre que la primera, y siguiendo el mismo procedimiento. No se evaluaron signos clínicos por el tiempo limitado (Anexo 4).

Para la medición de lactato, se colocó inmediatamente la muestra obtenida 0,05 ml (una gota) en la tira reactiva del equipo "Lactatómetro *Accutrend Plus* de Roche", siguiendo de manera cuidadosa las recomendaciones del equipo el cual realiza una medición fotométrica de la reflectancia, asegurando mediciones inmediatas, precisas y confiables (Anexo 5).

4.2 MATERIALES

4.2.1 Equipos

- Lactatómetro *Accutrend plus* de Roche.

- Fonendoscopio

4.2.2 Materiales

- Unidades biológicas: 30 caninos hembras de diferentes razas, aparentemente sanos.
- 60 tiras de lactato Roche
- Termómetro
- 60 jeringuillas tres ml
- Alcohol
- Torundas algodón
- Guantes
- Marcador de identificación
- Computadora
- Microsoft Excel
- Cámara de fotos
- Rasuradora

5 CAPITULO 3. RESULTADOS

5.1 Análisis de los resultados generales

Los valores de lactato (mmol/L) en las pacientes antes de ser sometidas a anestesia mostraron una media grupal de 2,9, siendo el de menor valor de 1,4 y el de mayor valor 4,6. En cambio, después de la anestesia, los niveles de lactato alcanzaron una media superior de 3,2, con un valor mínimo de 1,5 y un máximo de 6,1. En promedio, los niveles de lactato aumentaron en 0,3 en las pacientes después de la anestesia (Tabla 5).

Tabla 9. Comportamiento del LAC pre y post quirúrgico en pacientes caninas hembras.

	T1	T2	Cambio en lactato
MEDIA	2,9	3,2	0,3
MINIMA	1,4	1,5	0,1
MAXIMA	4,6	6,1	1,5

T1: Antes de la anestesia, T2: después de la anestesia

Fuente: investigación directa

En la tabla 6 se describen los resultados de los valores de lactato en las 30 pacientes, clasificados según los niveles establecidos. Antes de la anestesia, el 43,3 % presentó niveles normales y el 56,7 % mostró un aumento leve. Después de la anestesia, se observó que el 40 % mantenía niveles normales, el 43,3 % presentaba un aumento leve y el 16,7 % mostró un aumento moderado.

Tabla 10. LAC pre y post quirúrgico en pacientes caninas hembras según el nivel.

Valor de lactato sérico (mmol/L)	Interpretación	T1 recuento	T1 Porcentaje %	T2 recuento	T2 Porcentaje %
<2.5	Normal	13	43,3	12	40
2.5 a 4.9	Aumento leve	17	56,7	13	43,3
5 a 7	Aumento moderado	0	0	5	16,7
>7	Aumento severo	0	0	0	0
	Total, de pacientes	30	100	30	100

T1: Antes de la anestesia, T2: después de la anestesia

Fuente: investigación directa

De manera general, los niveles de lactato tienden a ser ligeramente más altos después de la anestesia, con valores de 3,2 mmol/L en comparación con 2,9 mmol/L antes de la anestesia. Esto representa un aumento promedio de 0,3 mmol/L en los niveles posquirúrgicos, indicando que el 60 % de las pacientes presentó un aumento entre leve y moderado. Aunque es mínimo es evidente.

5.2 Análisis de los resultados según la edad

Para la evaluación, las pacientes se clasificaron en dos grupos de edad: jóvenes, que incluyeron un total de 21 pacientes de entre uno y cuatro años, y adultas, con nueve pacientes de entre cinco y ocho años.

Antes de la anestesia, las pacientes jóvenes presentaron valores de lactato con una media grupal de 2,8, con un valor mínimo de 1,4 y un máximo de 4,5. Después de la anestesia, los valores de lactato sérico mostraron una media ligeramente superior de 2,9, con un valor mínimo de 1,5 y un máximo de 6,1 mmol/L. Esto representa un leve aumento de 0,06 en promedio de los niveles de lactato después de la anestesia, siendo un valor estadísticamente significativo (Tabla 7).

Tabla 11. Comportamiento del LAC pre y post quirúrgico en pacientes caninas hembras jóvenes de uno a cuatro años.

	T1	T2	Cambio en lactato
MEDIA	2,84	2,90	0,06
MINIMA	1,4	1,5	0,1
MAXIMA	4,5	6,1	1,6

T1: Antes de la anestesia, T2: después de la anestesia

Fuente: investigación directa

En el análisis de los niveles de lactato de las pacientes jóvenes, se observó que el 38,1 % presentó niveles normales en T1, mientras que en T2 este porcentaje aumentó al 52,4 %. Por otro lado, el 61,9 % mostró un aumento leve en T1, porcentaje que disminuyó a 38,1 % después de la anestesia (T2). Además, en T2 se evidenció un 9,5 % de pacientes con un aumento moderado (Tabla 8).

Tabla 12. LAC pre y post quirúrgico en pacientes caninas hembras jóvenes de uno a cuatro años según el nivel.

Valor de lactato sérico (mmol/L)	Interpretación	T1 recuento	T1 Porcentaje %	T2 Recuento	T2 Porcentaje %
<2.5	Normal	8	38,1	11	52,4
2.5 a4.9	Aumento leve	13	61,9	8	38,1
5 a 7	Aumento moderado	0	0	2	9,5
>7	Aumento severo	0	0	0	0
	Total	21	100	21	100

T1: Antes de la anestesia, T2: después de la anestesia

Fuente: investigación directa

En la tabla 9, se presenta la media general de los datos evaluados para el segundo grupo. Antes de la anestesia, las pacientes mostraron valores de lactato con una media grupal de 3,0, con un valor mínimo de 2,0 y un máximo de 4,6. Después de la anestesia, los valores de lactato sérico aumentaron, alcanzando una media de 3,9, con un valor mínimo de 1,5 y un máximo de 5,7. Esto representa un aumento promedio de 0,9 en los niveles de lactato después de la anestesia.

Tabla 13. Comportamiento del LAC pre y post quirúrgico en pacientes caninas hembras adultas de cinco a ocho años.

	T1	T2	Cambio en lactato
MEDIA	3,0	3,9	0,9
MINIMA	2	1,5	-0,5
MAXIMA	4,6	5,7	1,1

T1: Antes de la anestesia, T2: después de la anestesia

Fuente: investigación directa

En la tabla 10 se presenta el análisis de los niveles de lactato obtenidos de las hembras adultas. Antes de la anestesia, el 55,6 % mostró niveles normales, mientras que el 44,4 % presentó un aumento leve. Después de la anestesia, los resultados evidenciaron que el 22,2 % mantenía niveles normales, el 44,4 % presentaba un aumento leve, y el 33,3 % mostró un aumento moderado.

Tabla 14. LAC pre y post quirúrgico en pacientes caninas hembras adultas de cinco a ocho años según el nivel.

Valor de lactato sérico (mmol/L)	Interpretación	T1 Recuento	T1 Porcentaje %	T2 recuento	T2 Porcentaje %
<2.5	Normal	5	55,6	2	22,2
2.5 a4.9	Aumento leve	4	44,4	4	44,4

5 a 7	Aumento moderado	0	0	3	33,3
>7	Aumento severo	0	0	0	0
	Total	9	100	9	100

T1: Antes de la anestesia, T2: después de la anestesia

Fuente: investigación directa

De manera general, los niveles de lactato en las pacientes según la edad tienden a ser ligeramente más altos después de la anestesia en las pacientes adultas, con valores de 3,9 mmol/L y un aumento promedio de 0,9mmol/L en comparación con las pacientes jóvenes, que presentan una media de 2,9 mmol/L y un aumento de 0,06 mmol/L. Sin embargo, en las pacientes jóvenes se observa una mayor proporción de elevación de lactato en T1, con un 61,9 % de aumento leve, mientras que en T2 esta proporción, sumando los niveles leve y moderado, es del 47,6 %.

5.3 Análisis de los resultados según el peso

Para esta evaluación, las pacientes se clasificaron en tres grupos de peso: medianas (de 5 a 10 kg) con un total de 15 pacientes, grandes (de 11 a 20 kg) con 9 pacientes, y gigantes (de 21 a 27 kg) con 6 pacientes.

En la tabla 11 se muestra la media general de los datos evaluados para las pacientes medianas. Antes de ser sometidas a anestesia, los valores de lactato mostraron una media grupal de 2,7 siendo el de menor valor de 1,4 y el de mayor valor 4,6. En cambio los valores de lactato sérico después de la anestesia alcanzaron valores de media superiores de 3,2, con un valor mínimo de 1,5 y máximo de 6,1. Mostrando un aumento de lactato de 0,5 en los niveles de lactato después de la anestesia.

Tabla 15. Comportamiento del LAC pre y post quirúrgico en pacientes caninas hembras de tamaño mediano de 5 a 10 kilos.

	T1	T2	Cambio en lactato
MEDIA	2,7	3,2	0,5
MINIMA	1,4	1,5	0,1
MAXIMA	4,6	6,1	1,5

T1: Antes de la anestesia, T2: después de la anestesia

Fuente: investigación directa

Al analizar al grupo de menor peso, en T1 se observó que el 53,3 % presento niveles normales, mientras que el 46,7 % mostró un aumento leve. Después de la anestesia, se evidenció que el

46,7 % mantuvo niveles normales, el 33,3 % presentó un aumento leve y el 20 % mostró un aumento moderado (Tabla 12).

Tabla 16. LAC pre y post quirúrgico en pacientes caninas hembras de tamaño mediano de 5 a 10 kilos, según el nivel.

Valor de lactato sérico (mmol/L)	Interpretación	T1 recuento	T1 Porcentaje %	T2 recuento	T2 Porcentaje %
<2.5	Normal	8	53,3	7	46,7
2.5 a 4.9	Aumento leve	7	46,7	5	33,3
5 a 7	Aumento moderado	0	0	3	20
>7	Aumento severo	0	0	0	0
	Total	15	100	15	100

T1: Antes de la anestesia, T2: después de la anestesia

Fuente: investigación directa

En la tabla 13 se presenta la media general de los datos evaluados para el grupo de pacientes grandes. Antes de la anestesia, las pacientes mostraron valores de lactato con una media grupal de 3,3 con un valor mínimo de 2,1 y un máximo de 4,5. Después de la anestesia, los valores de lactato sérico aumentaron ligeramente, alcanzando una media de 3,7 con un valor mínimo de 2,1 y un máximo de 5,1. Esto muestra un aumento de 0,4 en los niveles de lactato después de la anestesia

Tabla 17. Comportamiento del LAC pre y post quirúrgico en pacientes caninas hembras de tamaño grande de 11 a 20 kilos.

	T1	T2	Cambio en lactato
MEDIA	3,3	3,7	0,4
MINIMA	2,1	2,1	0
MAXIMA	4,5	5,1	0,6

T1: Antes de la anestesia, T2: después de la anestesia

Fuente: investigación directa

En la tabla 14 se presenta el análisis de los niveles de lactato obtenidos de las pacientes grandes. Antes de la anestesia, el 33,3 % presentó niveles normales, mientras que el 66,7 % mostró un aumento leve. Después de la anestesia, se observó que el 22,2 % mantuvo niveles normales, el 55,6 % presentó un aumento leve y el 22,2 % mostró un aumento moderado.

Tabla 18. LAC pre y post quirúrgico en pacientes caninas hembras de tamaño grande de 11 a 20 kilos, según el nivel.

Valor de lactato sérico (mmol/L)	Interpretación	T1 Recuento	T1 Porcentaje %	T2 Recuento	T2 Porcentaje %
<2.5	Normal	3	33,3	2	22,2
2.5 a 4.9	Aumento leve	6	66,7	5	55,6
5 a 7	Aumento moderado	0	0	2	22,2
>7	Aumento severo	0	0	0	0
	Total	9	100	9	100

T1: Antes de la anestesia, T2: después de la anestesia

Fuente: investigación directa

Finalmente, en la tabla 15, se presenta la media general para las pacientes gigantes. Antes de la anestesia, los valores de lactato mostraron una media grupal de 2,6 con un valor mínimo de 1,6 y un máximo de 3,1. Después de la anestesia, los valores de lactato sérico mostraron una leve disminución, alcanzando una media de 2,5 con un valor mínimo de 1,5 y un máximo de 3,7. Esto representa una disminución leve de 0,1 en los niveles de lactato tras la anestesia.

Tabla 19. Comportamiento del LAC pre y post quirúrgico en pacientes caninas hembras de tamaño gigante de 21 a 27 kilos.

	T1	T2	Cambio en lactato
MEDIA	2,6	2,5	-0,1
MINIMA	1,6	1,5	-0,1
MAXIMA	3,1	3,7	0,6

T1: Antes de la anestesia, T2: después de la anestesia

Fuente: investigación directa

En el análisis de los niveles de lactato de las pacientes gigantes, antes de la anestesia, el 33,3 % presentó niveles normales y el 66,7 % mostró un aumento leve. Después de la anestesia, se observó que el 66,7 % mantuvo niveles normales y el 33,3 % presentó un aumento leve (Tabla 16).

Tabla 20. LAC pre y post quirúrgico en pacientes caninas hembras de tamaño gigante de 21 a 27 kilos, según el nivel.

Valor de lactato sérico (mmol/L)	Interpretación	T1 recuento	T1 Porcentaje %	T2 Recuento	T2 Porcentaje %
<2.5	Normal	2	33,3	4	66,7
2.5 a 4.9	Aumento leve	4	66,7	2	33,3
5 a 7	Aumento moderado	0	0	0	0

>7	Aumento severo	0	0	0	0
	Total	6	100	6	100

T1: Antes de la anestesia, T2: después de la anestesia

Fuente: investigación directa

De manera general, los niveles de lactato tienden a ser ligeramente más altos en T2 en pacientes de menor peso (entre medianas y grandes). Las pacientes medianas presentan valores promedio de 3,2 mmol/L en T2, con un aumento promedio de 0,5 mmol/L respecto a T1. Las pacientes grandes alcanzan valores promedio de 3,7 mmol/L, con un aumento promedio de 0,4 mmol/L. En contraste, las pacientes gigantes tienen niveles promedio de 2,5 mmol/L en T2, mostrando una leve disminución promedio de 0,1 mmol/L después de la anestesia. En términos porcentuales, las pacientes gigantes presentan un aumento leve del 33,3% en los niveles de lactato. Este porcentaje es inferior al 53,3% observado en las pacientes medianas, y al 77,8% registrado en las pacientes grande, que muestran el mayor incremento, cuyo aumento se clasifica entre leve y moderado.

6 CAPITULO 4. DISCUSION

6.1 Interpretación del comportamiento del LAC pre y post quirúrgico en pacientes caninas hembras.

En el presente estudio, los resultados promedio mostraron niveles de lactato ligeramente elevados. Antes de la anestesia, los valores se encontraban en un rango de nivel de elevación leve, con un promedio de 2,9 mmol/L, mientras que después de la anestesia se obtenía un aumento moderado, alcanzando 3,2 mmol/L. Esto se evalúa tomando como referencia los rangos normales de 0,3 a 2,5 mmol/L establecidos en diversas literaturas, donde se indica que cualquier incremento por encima de este nivel sugiere un estado de hipoxia (4,13). Sin embargo, otro estudio señala que este límite aplica para caninos a nivel del mar y propone valores normales de hasta 3,34 mmol/L para caninos a una altitud de 2.800 msnm (9). Esta diferencia se debe a la menor disponibilidad de oxígeno en altitudes elevadas, lo que puede generar un aumento en la producción de lactato. Dado que la presente investigación se realizó aproximadamente a esta altitud, los valores obtenidos no evidencian cambios significativos.

A pesar de esto, la mayoría de las referencias científicas consideran los rangos iniciales como estándar, motivo por el cual fueron tomados como referencia en este estudio. Sin embargo, es importante destacar que las posibles elevaciones observadas no representan un riesgo clínico para los pacientes, ya que para establecer un mal pronóstico se requiere una elevación severa acompañada de mediciones seriadas que demuestren una falta de aclaramiento del lactato. Este no fue el caso en los resultados obtenidos, dado que ninguno de los valores superó los siete mmol/L (12). Y la hipoxia presentada posiblemente fue transitoria, lo cual no se verificó debido a que no se realizaron controles posteriores.

Además, los pacientes del estudio estaban aparentemente sanos y no presentaban enfermedades preexistentes. Las mediciones se realizaron únicamente con fines investigativos y no para diagnosticar patologías o condiciones críticas donde un aumento de lactato superior a tres o cuatro mmol/L se asocia con un mayor riesgo de mortalidad (11). Por lo tanto, las elevaciones leves a moderadas observadas en este estudio no necesariamente indica un daño, sino más bien una respuesta fisiológica temporal y reversible a los efectos de los medicamentos y las condiciones durante la cirugía.

6.2 Interpretación del comportamiento del LAC pre y post quirúrgico en pacientes caninas hembras según la edad.

En este estudio, se observó que los niveles de lactato son ligeramente más altos después de la anestesia en los pacientes adultos, con una media de 3,9 mmol/L, en comparación con los pacientes jóvenes, que presentan una media de 2,9 mmol/L. Este hallazgo es consistente con la comprensión del metabolismo del lactato y las respuestas del organismo al estrés quirúrgico. En los pacientes adultos, se ha documentado una menor eficiencia en el manejo del estrés metabólico. Los órganos responsables, como el hígado (principal generador de lactato) y el músculo en menor proporción, pueden ser menos eficaces debido al envejecimiento fisiológico. Esto podría explicar un aclaramiento más lento del lactato en estos pacientes (2,10).

Por otro lado, los resultados antes de la anestesia mostraron niveles elevados de lactato en las pacientes jóvenes, lo que podría sugerir que, aunque el aumento total es menor, una mayor proporción de pacientes jóvenes experimentan un cambio significativo en sus niveles de lactato antes de la anestesia, con un 61,9 %. Al considerar el metabolismo de estos pacientes, es importante tener en cuenta factores como su grado de actividad física, nerviosismo y el estrés del entorno antes de la cirugía. Estos factores pueden activar el sistema nervioso simpático provocando un aumento en la producción de hormonas como el cortisol y las catecolaminas (adrenalina y noradrenalina), lo que incrementa la movilización de glucosa y otras fuentes de energía en los músculos, esto podría contribuir al aumento de los niveles de lactato en sangre sin ser indicativo necesariamente de hipoxia y daño celular, sino una respuesta fisiológica al estrés previo a la anestesia (7,15).

Es posible que, en mediciones posteriores, como una tercera o cuarta evaluación, los niveles de lactato tiendan a normalizarse, lo que indicaría que la hipoxia observada es leve y transitoria, sin causar daño grave al organismo del paciente. Esto sugiere que la respuesta metabólica al estrés quirúrgico es manejable y que la recuperación de los pacientes podría ser rápida, sin complicaciones mayores relacionadas con la acumulación de lactato.

6.3 Interpretación del comportamiento del LAC pre y post quirúrgico en pacientes caninas hembras según el peso.

En general, los resultados sugieren que el peso y el tamaño corporal influyen en la respuesta metabólica tras la anestesia. Las pacientes medianas y grandes mostraron una mayor producción de lactato, alcanzando valores promedio de 3,2 y 3,7 mmol/L, respectivamente. Por

otro lado, la siguiente categoría: gigantes presentan una respuesta metabólica más moderada, en un valor promedio de 2,5 mmol/L.

Estos hallazgos podrían estar relacionados con la fisiología y el metabolismo de los diferentes grupos de peso. Las pacientes más pequeñas tienden a tener una respuesta metabólica más marcada y una mayor producción de lactato tras la anestesia, posiblemente debido a la distribución de su masa corporal ya la eficiencia metabólica característica de estos grupos. En contraste, las de mayor peso (gigantes) presentan una respuesta menos pronunciada, e incluso una leve disminución en sus niveles de lactato. Esto podría deberse a su mayor tamaño corporal, lo que influye en la forma en que metabolizan y distribuyen el lactato en su organismo (41,42).

Tomando en cuenta el uso de los distintos fármacos, los efectos también pueden variar según el peso corporal de cada una. Las más grandes pueden tener una metabolización más lenta de ciertos medicamentos, lo que podría generar un efecto más prolongado en la producción de lactato. Las más pequeñas, por otro lado, tienen un metabolismo más rápido, lo que podría hacer que los efectos de estos medicamentos se disipen más rápidamente, y la producción de lactato podría ser diferente (41,42).

7 CONCLUSIONES

- Se determinaron los cambios en el nivel de lactato sérico antes y después de la anestesia en hembras caninas esterilizadas en la UBA, mostrando alteraciones de leves a moderadas, los cuales son indicativos de posible hipoxia transitoria. Estos resultados ayudan a comprender las alteraciones fisiológicas y el comportamiento del organismo ante este protocolo anestésico.
- Se determinó que el valor de lactato antes de la anestesia fue de 2,9 mmol/L, y después de la anestesia alcanzó 3,2 mmol/L en hembras caninas esterilizadas en la UBA. Los resultados reflejan una posible hipoxia; Sin embargo, esto podría ser reversible, no siendo indicativa de mal pronóstico, esto puede ser el resultado del manejo al ingreso de los pacientes aglomerados, manejo anestésico intra quirúrgico y postquirúrgico por lo que es común refugios.
- Los valores de lactato determino la lesión o hipoxia celular durante el proceso de recuperación a los 10 minutos postcirugía, mostrando alteraciones entre aumentos leves y moderados en el 60% de los pacientes.

8 RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar protocolos anestésicos bajo la asesoría de médicos veterinarios especialistas en anestesia, con el objetivo de asegurar que se cumplan los pilares básicos de la anestesia, para un mejor manejo de los procedimientos a bajo costo y así disminuir las alteraciones leves en los niveles de lactato después de la anestesia.
- Se sugiere tener en cuenta que las concentraciones de lactato en sangre pueden elevarse por diversas causas o en diferentes circunstancias. Por lo tanto, es importante que la muestra se obtenga con el paciente en ayunas y en reposo, evitando la realización de ejercicio previo, llanto o agitación, y sin el uso del torniquete.
- Se recomienda realizar mediciones adicionales en pacientes que presenten valores elevados de lactato iniciales para verificar su aclaramiento o la necesidad de más estudios hospitalarios en especial pacientes de 5-8 años y peso entre 11-20 Kg que en este estudio mostraron aumento leve a moderado antes y después de los procedimientos.

9 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Ángeles J, García A, Díaz E, Rodríguez F. Índices estáticos y dinámicos de la hiperlactatemia. Vol. 32, Med Int Méx. 2016.
2. Bravo A. Niveles de lactato en plasma sanguíneo como medidor pronóstico en pacientes críticos en la Clínica Veterinaria Guayaquil. 2022.
3. Rosenstein PG, Tennent-Brown BS, Hughes D. Clinical use of plasma lactate concentration. Part 2: Prognostic and diagnostic utility and the clinical management of hyperlactatemia. Journal of Veterinary Emergency and Critical Care. el 1 de marzo de 2018;28(2):106–21.
4. Angulo S. “EXPERIENCIAS EN PARTICIPACIÓN EN CAMPAÑAS DE ESTERILIZACIÓN DE ANIMALES DE COMPAÑÍA (PERROS Y GATOS) EN LA CLÍNICA VETERINARIA ‘MI DOGTORA’ EN LA CIUDAD DE IQUITOS – DEPARTAMENTO DE LORETO – PERÚ, DURANTE EL PERIODO 2018 – 2022”. 2024.
5. Fernández Alfredo. GUÍA BÁSICA PARA LA ESTERILIZACIÓN CANINA Y FELINA FUNDAMENTOS EN LA PRÁCTICA VETERINARIA. 2016.
6. Machain M, Mouly J, Landa R. Uso de la medición de lactato en un caso de Síndrome de Dilatación-Vólvulo-Torsión Gástrico. 2019; Disponible en: <https://ridaa.unicen.edu.ar:8443/server/api/core/bitstreams/81613372-ebe7-41ed-a364-3c5b0a6c9876/content>
7. Pacheco G. “DETERMINACIÓN DE VALORES REFERENCIALES DE LACTATO SÉRICO EN EQUINOS (Equus caballus) APARENTEMENTE SANOS EN CONDICIONES DE ALTITUD”. 2022.
8. Sharkey LC, Wellman ML. Use of Lactate in Small Animal Clinical Practice. Vol. 35, Clinics in Laboratory Medicine. W.B. Saunders; 2015. p. 567–77.
9. Espinosa M. Determinación de valores de referencia de lactato sanguíneo, en sangre venosa de pacientes caninos clínicamente sanos que habitan a 2800 m.s.n.m. Hospital veterinario All Pets, Quito. 2011;51–2.
10. Vasquez G, García A, Evangelista F. Utilidad del lactato sérico elevado como factor pronóstico de muerte en sepsis severa. 2015.
11. Gómez H, Mizock BA. Hyperlactatemia and Lactic Acidosis. 2019.
12. Guevara P, Díaz R, Galan A, Guillen E, Malumbres S, Marin J, et al. Lactato utilidad clínica y recomendaciones para su medición. 2010;33–7. Disponible en: <https://elenfermerodelpendiente.com/wp-content/uploads/2015/12/n-lactato-utilidad-clc3adnica-y-recomendaciones-para-su-medicic3b3n-2010.pdf>
13. Mouly J. CLASE-INTERPRETACION-DEL-LACTATO-EN-EL-PACIENTE-CRITICO. 2021; Disponible en: <https://forvetargentina.com/wp-content/uploads/2021/02/CLASE-INTERPRETACION-DEL-LACTATO-EN-EL-PACIENTE-CRITICO.-Javier-Mouly.pdf>
14. Méndez Mejía MN. Aclaramiento de lactato como predictor de mortalidad en pacientes con choque. Revista Diversidad Científica. el 8 de septiembre de 2021;1(1):1–7.

15. Rosenstein PG, Tennent-Brown BS, Hughes D. Clinical use of plasma lactate concentration. Part 1: Physiology, pathophysiology, and measurement. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care*. el 1 de marzo de 2018;28(2):85–105.
16. cobas. Accutrend® Plus Manual del Operador Manual de Instruções. 2016.
17. IDEXX VetLab. Valores Referenciales de Lactato. 2005.
18. Botana López LMiguel, Landoni MFabiana, Martín-Jiménez T. *Farmacología y terapéutica veterinaria*. McGraw-Hill/Interamericana; 2002. 734 p.
19. Vázquez Lesso A. La Vía aérea en el Servicio de Urgencias. Editorial Alfíl [Internet]. 2024 [citado el 8 de enero de 2025]; Disponible en: <https://public.ebookcentral.proquest.com/choice/PublicFullRecord.aspx?p=31807000>
20. Hein Luis. Hipoxia. el 21 de abril de 2004;(Conceptos Básicos de Fisiología).
21. Thurmon J, Tranquilli W, Benson J. *Libro-Fundamentos-de-anestesia-y-analgésia-en-pequeños-animales*. 2003;
22. Leones Cristhian. Evaluación clínica sobre la infusión anestésica FLK (fentanilo, lidocaína, ketamina) para el manejo del dolor intraoperatorio en caninos. 2022.
23. Álvarez I. *Métodos de anestesia, analgesia y eutanasia*. 2007.
24. Soler E, Faus M, Burguera R, Fernandez J, Mula P. *Anestesiología*. 2010;
25. Otero P. *Protocolos anestésicos y manejo del dolor en pequeños animales _ reporte de casos*. 2019;
26. Vinyals A. *Protocolos-para-el-procedimiento-anestésico_p24*. 2019;
27. Logroño Samantha. *GUÍA DE MANEJO ANESTÉSICO PERI OPERATORIO APLICABLE A PROGRAMAS DE ESTERILIZACIÓN MASIVA EN CANINOS EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO-ECUADOR MEDIANTE REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LITERATURA*. 2017;
28. Quintana F. “COMPARACIÓN DE DOS PROTOCOLOS DE ANESTESIA PARA ORQUIECTOMÍA EN PERROS (*Canis lupus familiaris*): MIDAZOLAM, PROPOFOL Y BUPIVACAÍNA INTRATESTICULAR VERSUS MIDAZOLAM, PROPOFOL Y CLORHIDRATO DE TRAMADOL”. Abancay- Perú; 2020.
29. Claire R. *PROTOCOLOS DE ANESTESIA EN CLÍNICA Y CIRUGÍA DE ANIMALES MENORES EN LA CLÍNICA VETERINARIA “ZOO LIFE”*. 2022.
30. Barcelos L de C, Ramos Tameirão E, Wamser Fonseca Gonzaga L, Da Silva Bastos L, Ferreira Antunes da Oliveira C, Vitor Fernandes Cotrim de Almeida J, et al. Anestesia em pequenos animais durante procedimentos cirúrgicos: Revisão. *Pubvet*. el 7 de octubre de 2021;15(10).
31. Redondo JI, Otero PE, Martínez-Taboada F, Doménech L, Hernández-Magaña EZ, Viscasillas J. Anaesthetic mortality in dogs: A worldwide analysis and risk assessment. *Veterinary Record*. el 6 de julio de 2023;195(1):no.
32. Soler G, Ruiz A. Valoración y factores de riesgo en anestesia veterinaria. EN PORTADA/ ANESTESIA Y ANALGESIA. 2021;

33. Yevenes S, Epulef V, Rocco C, Geisse F, Vial M. Clasificación American Society of Anesthesiologists Physical Status: Revisión de ejemplos locales - Chile. Vol. 51, Revista Chilena de Anestesia. Sociedad de Anestesiología de Chile; 2022. p. 251–60.
34. Portier K, Ida KK. The ASA physical status classification: What is the evidence for recommending its use in veterinary anesthesia?-A systematic review. Vol. 5, Frontiers in Veterinary Science. Frontiers Media S.A.; 2018.
35. Downing F, Gibson S. Anaesthesia of brachycephalic dogs. Vol. 59, Journal of Small Animal Practice. Blackwell Publishing Ltd; 2018. p. 725–33.
36. Alvarez Gómez De I, Dipecvaa S. Anestesia y Analgesia en el perro y gato. 2009.
37. Logroño S. "GUÍA DE MANEJO ANESTÉSICO PERI OPERATORIO APLICABLE A PROGRAMAS DE ESTERILIZACIÓN MASIVA EN CANINOS EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO-ECUADOR MEDIANTE REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LITERATURA." 2017;
38. Plumb D. PLUMB MANUAL DE FARMACOLOGÍA VETERINARIA [Internet]. 2018. Disponible en: <http://translate.google.com/>
39. Lascelles B. FARMACOS. 2014.
40. Montoya J. Evaluación del efecto de dos protocolos preanestésicos en los parámetros hemodinámicos en perros de categoría Asa I y Asa II en Animalopolis Hospital Clínica Veterinaria. Guayaquil-Ecuador; 2023 feb.
41. Jimenez AG, Winward J, Beattie U, Cipolli W. Cellular metabolism and oxidative stress as a possible determinant for longevity in small breed and large breed dogs. PLoS One. el 1 de abril de 2018;13(4).
42. Middleton RP, Lacroix S, Scott-Boyer MP, Dordevic N, Kennedy AD, Slusky AR, et al. Metabolic Differences between Dogs of Different Body Sizes. J Nutr Metab. 2017;2017.

10 ANEXOS

Anexo 1. Tabla con el protocolo anestésico utilizado en la UBA y en algunos centros veterinarios.

PESO kg	Pre Anestesia			Anestesia		
	Acepromacina	Tramadol	TOTAL	Ketamina	Diazepam	TOTAL
	10 mg /ml	50 mg/ml		100mg/ml	5mg/ml	
	0,1 mg/kg	3mg/kg		10mg/kg	0,05mg/kg	
IM-SC	IM-SC	IV		IV		
1	0,01	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
2	0,02	0,1	0,1	0,2	0,1	0,3
3	0,03	0,2	0,2	0,3	0,2	0,5
4	0,04	0,2	0,3	0,4	0,2	0,6
5	0,05	0,3	0,4	0,5	0,3	0,8
6	0,06	0,4	0,4	0,6	0,3	0,9
7	0,07	0,4	0,5	0,7	0,4	1,1
8	0,08	0,5	0,6	0,8	0,4	1,2
9	0,09	0,5	0,6	0,9	0,5	1,4
10	0,10	0,6	0,7	1	0,5	1,5
11	0,11	0,7	0,8	1,1	0,6	1,7
12	0,12	0,7	0,8	1,2	0,6	1,8
13	0,13	0,8	0,9	1,3	0,7	2,0
14	0,14	0,8	1,0	1,4	0,7	2,1
15	0,15	0,9	1,1	1,5	0,8	2,3
16	0,16	1,0	1,1	1,6	0,8	2,4
17	0,17	1,0	1,2	1,7	0,9	2,6
18	0,18	1,1	1,3	1,8	0,9	2,7
19	0,19	1,1	1,3	1,9	1,0	2,9
20	0,2	1,2	1,4	2	1,0	3,0
21	0,21	1,3	1,5	2,1	1,1	3,2
22	0,22	1,3	1,5	2,2	1,1	3,3
23	0,23	1,4	1,6	2,3	1,2	3,5
24	0,24	1,4	1,7	2,4	1,2	3,6
25	0,25	1,5	1,8	2,5	1,3	3,8
26	0,26	1,6	1,8	2,6	1,3	3,9
27	0,27	1,6	1,9	2,7	1,4	4,1
28	0,28	1,7	2,0	2,8	1,4	4,2
29	0,29	1,7	2,0	2,9	1,5	4,4
30	0,3	1,8	2,1	3	1,5	4,5

Fuente: investigación directa.

Anexo 2. Tabla de resultados de medición de lactato sérico en pacientes pre y post quirúrgicos

BASE DE DATOS DE LOS RESULTADOS				
Toma de Lactato hembras				
#	Peso Kg	Edad Años	T1	T2
1	9	1	2,8	2,6
2	20	2	4,5	3,5
3	10	1	2,8	2,9
4	7	5	4,6	4,3
5	21	2	2,3	2,5
6	22	1	2,9	1,5
7	27	1	2,9	3,7
8	23	1	3,1	2,2
9	14	1	2,3	5
10	17	5	4,2	3,8
11	6,8	4	2,5	1,6
12	5	8	3,3	5,7
13	25	3	1,6	2,7
14	5	1	3,6	6,1
15	8	1	2,2	1,8
16	7	8	2,4	5,6
17	14	3	2,6	4,3
18	6	1	1,4	1,5
19	10	1	2,5	2,4
20	16	4	3,6	2,3
21	8	6	2	1,5
22	5	5	2,2	2,3
23	11	1	4,4	2,1
24	12	6	2,1	3,6
25	18	5	4	3,6
26	8	2	2,1	3
27	27	4	2,7	2,4
28	6	4	3,1	3,4
29	7	4	3,1	2,7
30	11	5	2,3	5,1

Fuente: investigación directa.

Anexo 3. Imagen de toma de muestra antes de la anestesia.



Fuente: investigación directa.

Anexo 4. Imagen de toma de muestra después de la anestesia.



Fuente: investigación directa.

Anexo 5. Lectura de resultados inmediatos.



Fuente: investigación directa.