

Artículo de investigación

Characterization of cardiac arrhythmias following the use of continuous infusions analgesic of tramadol or lidocaine in dogs ovariohysterectomised*Caracterización de arritmias cardíacas tras el uso de infusiones analgésicas continuas de tramadol o lidocaína en perras ovariohisterectomizadas**Caracterização de arritmias cardíacas após o uso de infusões analgésicas contínuas de tramadol ou lidocaína no pós-operatório de cadelas ovário histerectomizadas*

Edwin Fernando Buriticá Gaviria¹✉, MVZ, Esp, MSc, CvLAC; Diego Fernando Echeverry Bonilla¹, MVZ, Esp, MSc, Ph.D, CvLAC; Mario Fernando Arévalo Carbonell¹, Est. MVZ; Ana María Alvarado Poveda¹, Est. MVZ; Diego Alejandro Ospina-Argüelles¹, MVZ, Esp, CvLAC

Fecha correspondencia:

Recibido: 17 de junio de 2016.

Aceptado: 10 de marzo de 2017.

Forma de citar:

Buriticá Gavira EF, Echeverry Bonilla DF, Arévalo Carbonell MF, Alvarado Poveda AM, Ospina-Argüelles DA. Caracterización de arritmias cardíacas tras el uso de infusiones analgésicas continuas de tramadol o lidocaína en perras ovariohisterectomizadas. Rev. CES Med. Zootec. 2017; Vol 12 (1): 8-20.

[Open access](#)[© Copyright](#)[Creative commons](#)[Ethics of publications](#)[Peer review](#)[Open Journal System](#)DOI: [http://dx.doi.org/10.21615/](http://dx.doi.org/10.21615/cesmvz.12.1.1)[cesmvz.12.1.1](#)

ISSN 1900-9607

Comparte

**Abstract**

The use of continuous analgesic infusions (IACs) is an effective strategy for the control of postoperative pain in canines; however, depending on the used drug, cardiac electrophysiology can be altered by the presence of tachyarrhythmias, bradyarrhythmias, ventricular complexes, fibrillation or atrioventricular block. The aim of this study was to evaluate the heart rate and to characterize the electrocardiographic abnormalities during the use of continuous postoperative analgesic infusions of tramadol or lidocaine in ovariohysterectomized bitches using 24-hour Holter monitoring. For this purpose, 26 healthy canine females (26.6 ± 17.6 months, 15.34 ± 7.81 kg) were divided into three groups: Group 1 NaCl 0.9% as control ($n = 7$), Group 2 lidocaine $100\mu\text{g} / \text{kg} / \text{minute}$ ($n = 10$) and Group 3 tramadol $22\mu\text{g} / \text{kg} / \text{minute}$ ($n = 9$). As results the mean, minimum and maximum heart rate found in each group were Control 100, 40 and 253 bpm. Lidocaine 93, 42 and 238 bpm and Tramadol 90, 43 and 253 bpm; on the other hand, a total of 20/26 (76.9%) of the studied animals presented several electrocardiographic alterations that included in their order SVPC, AVB, VPC and RR pauses, however, there were no statistically significant differences ($p < 0.05$) between the evaluated groups. It is concluded that the IACs of tramadol or lidocaine under the described experimental conditions do not generate statistically significant electrocardiographic alterations, but could play a role in the minimization of those parameters when used in a complementary way during the postoperative period.

Keywords: *analgesia, electrocardiography, Holter.*

Resumen

El uso de infusiones analgésicas continuas (IACs) es una estrategia eficaz para el control del dolor posquirúrgico en caninos; sin embargo, depen-

Filiación:

¹ Grupo de Investigación en Medicina y Cirugía de Pequeños Animales, línea de investigación en diagnóstico y atención cardiopulmonar, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad del Tolima, Barrio Santa Helena parte alta, Ibagué, Colombia.

diendo del fármaco empleado, la electrofisiología cardíaca puede verse alterada por la presencia de taquiarritmias, bradiarritmias, complejos ventriculares, fibrilación o bloqueos atrioventriculares. El objetivo de este estudio fue valorar la frecuencia cardíaca y caracterizar las anomalías electrocardiográficas observadas durante el empleo de infusiones analgésicas continuas posoperatorias de tramadol o lidocaína en perras ovariectomizadas mediante la monitorización Holter 24 horas. Para ello se emplearon 26 hembras caninas ($26,6 \pm 17,6$ meses; $15,34 \pm 7,81$ kg) sanas divididas en tres grupos a saber: Grupo 1 NaCl 0,9% como control ($n=7$), Grupo 2 lidocaína $100\mu\text{g}/\text{kg}/\text{minuto}$ ($n=10$) y Grupo 3 tramadol $22\mu\text{g}/\text{kg}/\text{minuto}$ ($n=9$). No se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas ($p<0,05$) entre los grupos evaluados. La frecuencia cardíaca media, mínima y máxima encontrada en cada grupo fue: Control 100, 40 y 253 lpm, Lidocaína 93, 42 y 238 lpm, y Tramadol 90, 43 y 253 lpm; Por otra parte, un total de 20/26 (76,9%) de los animales estudiados, presentaron diversas alteraciones electrocardiográficas que incluyeron en su orden CSVP, BAV, CVP y pausas RR. Se concluye que las IACs de tramadol o lidocaína bajo las condiciones del presente estudio no generan alteraciones electrocardiográficas estadísticamente significativas, pero podrían cumplir un papel en la minimización de las mismas al ser empleadas de manera complementaria durante el periodo posoperatorio.

Palabras clave: *analgesia, electrocardiografía, Holter.*

Resumo

O uso de infusões contínuas de analgésicos (ICA) é uma estratégia eficaz para o controle da dor pós-operatória em cães. No entanto, dependendo do fármaco utilizado, a eletrofisiologia cardíaca pode ser alterada observando-se a presença de taquiarritmias, bradiarritmias, complexos ventriculares, fibrilação ou bloqueios atrioventriculares. O objetivo deste estudo foi avaliar a frequência cardíaca e caracterizar as anomalias eletrocardiográficas, utilizando-se Holter 24 horas, observadas durante o uso de infusões analgésicas contínuas de Tramadol ou Lidocaína no pós-operatório de cadelas ovário histerectomizadas. Para isso, foram utilizadas 26 cadelas saudáveis ($26,6 \pm 17,6$ meses; $15,34 \pm 7,81$ kg) divididas em três grupos: Grupo 1 NaCl 0,9% como controle ($n=7$), Grupo 2 lidocaína $100\mu\text{g}/\text{kg}/\text{minuto}$ ($n=10$) e Grupo 3 Tramadol $22\mu\text{g}/\text{kg}/\text{minuto}$ ($n=9$). Não foram evidenciadas diferenças estatisticamente significativas ($p<0,05$) entre os grupos avaliados. A frequência cardíaca média, mínima e máxima encontradas em cada grupo foram: Controle 100, 40 e 238 bpm, Lidocaína 93, 42 e 238 bpm, e Tramadol 90, 43 e 253 bpm. Por outro lado, um total de 20/26 (76,9%) dos animais estudados apresentaram diversas alterações eletrocardiográficas incluindo, em ordem do mais para o menos frequente, CSVP, BAV, CVP e pausas RR. Concluiu-se que as ICA de tramadol ou lidocaína, nas condições do presente estudo, não produziram alterações eletrocardiográficas estatisticamente significativas, mas poderiam minimizar as mesmas se fossem utilizadas de forma complementar durante o período pós-operatório.

Palavras-chave: *analgesia, eletrocardiografia, Holter.*

Introducción

Algunas de las causas más frecuentes de arritmias cardíacas en pequeñas especies animales son la hipoxia, las alteraciones hemodinámicas, la hipotermia, los arrestos cardíacos, y los desbalances tanto hidroelectrolíticos como ácido-básicos¹¹. El uso de algunos medicamentos anestésicos empleados durante la realización de procedimientos quirúrgicos también ha sido descrito como causal de arritmias^{2,4}.

Recientemente existe gran interés por el empleo de las Infusiones Analgésicas Continuas (IACs) en veterinaria; su empleo, contribuye a mejorar la cobertura analgésica posoperatoria en perros ²¹, sin embargo, algunos de los fármacos empleados en las IACs podrían afectar la fisiología eléctrica cardíaca predisponiendo a la aparición de diferentes alteraciones electrocardiográficas ¹². El tramadol y la lidocaína son fármacos empleados comúnmente en las IACs para el manejo del dolor posquirúrgico en humanos y animales ^{3, 14, 28, 49}. El tramadol es un fármaco analgésico de tipo opioides usado en casos de dolor moderado, severo y neuropático; sin embargo, diversos efectos adversos cardiovasculares asociados a su empleo como taquicardia, hipertensión, bloqueos atrioventriculares, fibrilación ventricular, prolongación del intervalo QT y alteración en el segmento T han sido descritos ³². Por su parte, la lidocaína, es un medicamento de tipo amino amida caracterizado por ser el único anestésico local que puede emplearse en las IACs, o como antiarrítmico clase Ib ^{15, 22}, siendo bastante efectivo en el tratamiento de taquicardias ventriculares ⁴⁵. Sin embargo, cuando su concentración plasmática es elevada, se puede presentar depresión de la automaticidad y de la conducción del impulso eléctrico en el músculo cardíaco, desencadenando efectos cardiotóxicos representados por la prolongación del intervalo PR y del complejo QRS, hipotensión, bradicardia e hipoxia ^{20, 36}. Del conocimiento de los autores no existen publicaciones científicas relacionadas con el comportamiento electrocardiográfico posoperatorio de las IACs compuestas por los medicamentos antes mencionados en caninos empleando monitoreo cardíaco continuo durante 24 horas.

Debido a lo anterior, el objetivo del presente estudio fue determinar los valores de frecuencia cardíaca (media, mínima y máxima), y caracterizar las posibles alteraciones electrocardiográficas originadas por el empleo de las IACs de tramadol o lidocaína en perras ovariectomizadas empleando monitoreo Holter 24 horas.

Materiales y métodos

Localización geográfica

La investigación se realizó en la Clínica de Pequeños Animales de la Universidad del Tolima (CPAUT), ubicada en el municipio de Ibagué, departamento del Tolima (Colombia), con una altitud de 1240 metros sobre el nivel del mar, una precipitación promedio de 1200 – 1400 mm y una temperatura promedio de 22 °C.

Aspectos bioéticos

El presente estudio fue avalado por el comité de bioética de la Universidad del Tolima según acta 2.3 -153 de 19 de Octubre de 2015.

Tipo de estudio

Estudio clínico de carácter prospectivo, ciego y aleatorizado.

Animales

Previo consentimiento informado por parte de sus propietarios, fueron incluidas en el presente estudio veintiséis hembras caninas sanas (16 Mestizos, 3 Caniches, 2 American Pitbull, 1 Cobrador de Labrador, 1 Bullmastiff, 1 Jack Russell Terrier, 1 Schnauzer y 1 Cocker Spaniel), sometidas a ovariectomía lateral electiva con un peso promedio de 15,34 kg (SD ± 7,811), y una edad promedio de 26,6 meses

(SD \pm 17,6). Los animales fueron considerados clínicamente sanos con base en los resultados del examen físico y paraclínicos realizados que incluyó: hemograma, alanin aminotransferasa, albumina, presión arterial no invasiva, electrocardiografía de superficie y ecocardiografía modo B y M.

Protocolos experimentales

Previo ayuno obligado de 6 horas, todos los animales fueron premedicados con tramadol (3 mg / kg IV), meloxicam (0,3 mg / kg IM), acepromacina (0,5 mg / kg IM) y penicilina benzatínica con estreptomina (20.000 UI / kg IM). Veinte minutos después, se realizó la inducción y el mantenimiento anestésico empleando ketamina 15 y 7,5 mg / kg IV respectivamente. En caso de observar signos de dolor mediante seguimiento visual (escala visual análoga), un rescate analgésico con fentanilo (5 μ g / kg) sería considerado. Todos los animales fueron intervenidos quirúrgicamente mediante técnica de ovariohisterectomía lateral electiva según técnica descrita por Forero ¹⁶.

Empleando un sistema de sobre cerrado los animales fueron distribuidos al azar dentro de uno de los tres grupos experimentales a saber: grupo control, grupo lidocaína y grupo tramadol ([Tabla 1](#)). Las IACs fueron preparadas según la fórmula $M = \{(D \times W \times V) / 16,67\}$ ³¹; donde M: número de mg de fármaco a agregar en la solución, D: posología del fármaco en μ g / kg / min, W: peso en kg del animal, y V: volumen en ml de la solución. Una vez realizado el último punto de sutura, las IACs fueron suministradas mediante el uso de una bomba de infusión (SK-600 I, SK Medical, Shenzhen, China) durante las siguientes 24 horas de internación posoperatoria, periodo durante el cual fue realizado también el monitoreo Holter de 24 horas. Durante este periodo, se realizó evaluación del dolor mediante escala visual análoga (EVA) con el objeto de generar la mínima interacción con los pacientes que pudieran alterar el registro Holter.

Tabla 1. Distribución de las tres Infusiones Analgésicas Continuas estudiadas, con el número de animales utilizados para cada tratamiento, dosis de carga y velocidad de infusión.

	Solución salina	Lidocaína	Tramadol
# Animales	7	10	9
Dosis de carga	0,2 ml / kg	2 mg / kg	3 mg / kg
Velocidad de infusión	1ml / kg / h	100 μ g / kg / minuto	22 μ g / kg / minuto

Las posologías empleadas en el presente estudio, hacen parte de protocolos de IACs empleadas rutinariamente en la práctica clínica en pequeños animales y que han sido descritas en varias publicaciones ^{14, 30, 38}.

Monitoreo anestésico y registro de datos

La frecuencia cardíaca (FC) media, mínima y máxima dada en latidos por minuto (lpm), fueron evaluadas en tres diferentes intervalos de tiempo durante el monitoreo posquirúrgico a saber: monitorización temprana (0 a 4 horas), monitorización intermedia (4 y 16 horas) y monitorización tardía (16 a 24 horas). Los valores límite del análisis Holter fueron establecidos tras el análisis electrocardiográfico de 10 latidos continuos de la siguiente manera: bradicardia, frecuencias cardíacas <60 lpm o taquicardia, frecuencias cardíacas >150 lpm ¹. Así mismo, fueron considerados como eventos arrítmicos la presentación de complejos supraventriculares prematuros

(CSVP), complejos ventriculares prematuros (CVP), bloqueos auriculoventriculares (BAV) y pausas RR.

El monitoreo se realizó empleando el equipo de grabación Holter (Holter Edan SE-2003, Distrito de Nanshán, China) por medio del uso de tres canales (CH1, CH2, CH3); la información obtenida se evaluó bajo el software Holter System V 1.1 para la identificación de la FC y morfología de los complejos anómalos.

Análisis estadístico

Los datos fueron tabulados y analizados mediante estadística descriptiva en donde fue establecida la media, mediana y desviación estándar. La prueba de Shapiro Wilk fué empleada para determinar la distribución normal de los datos. La prueba de Kruskal Wallis y post hoc de comparaciones múltiples de Dunn's fueron empleadas para evidenciar diferencias entre los grupos evaluados. Los estadísticos fueron realizados con un nivel de significancia del 95% ($p < 0,05$). La evaluación estadística fue desarrollada mediante el paquete estadístico Graph Pad Prism versión 6.01 para Windows.

Resultados

Consideraciones preliminares

El tiempo promedio de intervención quirúrgica fue de 13,5 minutos. No se presentaron complicaciones anestésicas intraoperatorias y ninguno de los animales intervenidos requirió rescate analgésico trasquirúrgico o posquirúrgico.

Frecuencia cardíaca (FC)

La FC media, mínima y máxima en 24 horas; al igual que la presentada en cada uno de los tres tiempos evaluados se pueden observar en las tablas 2 y 3 respectivamente. No fueron encontradas diferencias estadísticamente significativas entre los grupos evaluados; sin embargo, durante el periodo de evaluación de 24 horas se evidenció que la FC máxima y media en los grupos lidocaína y tramadol fueron inferiores respecto con el grupo control, y la FC mínima de los dos grupos evaluados fueron mayores que las del grupo control.

Tabla 2. Resultados de la frecuencia cardíaca media, mínima, máxima en latidos por minuto y su desviación estándar (\pm DE) para cada una de las tres Infusiones Analgésicas Continuas evaluadas durante las 24 horas de monitoreo Holter posoperatorio. Nivel de significancia (NS) $p < 0,05$.

	Control	Lidocaína	Tramadol	NS
FC media	100 \pm 15,06	93,5 \pm 15,01	90 \pm 12,07	0,766
FC mínima	39,86 \pm 5,75	42,1 \pm 7,57	42,89 \pm 6,29	0,700
FC máxima	253 20,53	237,9 \pm 27,09	252,8 \pm 22,24	0,374

Tabla 3. Resultados de la frecuencia cardiaca media, mínima, máxima en latidos por minuto y su desviación estándar (\pm DE) para cada uno de las tres Infusiones Analgésicas Continuas evaluadas en cada uno de los tiempos establecidos. Nivel de significancia (NS) $p < 0,05$.

Monitorización	Variable	Control	Lidocaína	Tramadol	NS
Temprana (0-4h)	FC media	131,6 \pm 15,2	133,9 \pm 21,7	124,8 \pm 22,4	0,218
	FC mínima	84,7 \pm 13,2	71,2 \pm 14,8	76,3 \pm 16,7	0,662
	FC máxima	192,1 \pm 22,6	189,4 \pm 38,7	176,1 \pm 39,8	0,225
Intermedia (4-16h)	FC media	143,4 \pm 17,4	137,1 \pm 19,6	142,2 \pm 18,9	0,616
	FC mínima	53,3 \pm 16,0	51,5 \pm 6,4	56,3 \pm 12,6	0,847
	FC máxima	226 \pm 30,5	211,5 \pm 22,8	223,1 \pm 20,8	0,522
Tardía (16-24h)	FC media	141,3 \pm 18,0	132,1 \pm 16,5	145,4 \pm 17,7	0,341
	FC mínima	49,86 \pm 5,7	45,4 \pm 11,3	52,2 \pm 6,2	0,688
	FC máxima	240,3 \pm 32,1	226,4 \pm 28,6	246,1 \pm 30,4	0,341

Alteraciones electrocardiográficas presentadas

En 20/26 animales estudiados (76,9%) se presentaron alteraciones electrocardiográficas durante la monitorización de las 24 horas. Los hallazgos generales y específicos de alteraciones electrocardiográficas observadas en el presente estudio se encuentran condensadas en las [tabla 4](#).

Tabla 4. Número de Animales que evidenciaron alguna alteración electrocardiográfica en cada uno de los grupos evaluados durante el monitoreo posoperatorio Holter 24 horas.

Alteraciones	Control	Lidocaína	Tramadol
Totales	5 / 7 (71,4%)	8 / 10 (80,0%)	7 / 9 (77,8%)
Específicas			
CSVP	3 / 7 (42,9%)	3 / 10 (30,0%)	7 / 9 (77,8%)
CVP	3 / 7 (42,9%)	3 / 10 (30,0%)	2 / 9 (22,2%)
BAV	2 / 7 (28,6%)	6 / 10 (60,0%)	1 / 9 (11,1%)
Pausas RR	5 / 7 (71,4%)	1 / 10 (10,0%)	2 / 9 (22,2%)

CSVP: Complejos Supraventriculares prematuros; **CVP:** Complejos Ventriculares prematuros; **BAV:** Bloqueos atrioventriculares; **Pausas RR:** Pausas existentes entre latidos.

Discusión

El objetivo del presente estudio fue valorar la frecuencia cardiaca y caracterizar el comportamiento electrocardiográfico presentado durante el empleo de infusiones analgésicas continuas posoperatorias de lidocaína o tramadol en perras ovariectomizadas mediante el monitoreo Holter 24 horas. Del conocimiento de los autores, este es el primer estudio que evalúa el efecto de las IACs de tramadol o lidocaína sobre la frecuencia cardiaca y sobre el trazo electrocardiográfico en perras ovariectomizadas empleando para ello la técnica Holter 24 horas.

Los resultados de este estudio permiten afirmar que durante las 24 horas de monitoreo electrocardiográfico Holter, no se observaron diferencias estadísticamente

significativas para las variables estudiadas entre los grupos evaluados. Sin embargo, es de aclarar que en el presente estudio, se presentaron una serie de fluctuaciones en la frecuencia cardíaca y alteraciones electrocardiográficas como CSVP y CVP, que podrían sugerir que el uso de infusiones analgésicas continuas compuestas por lidocaína o tramadol podrían cumplir algún rol en la minimización de la presentación de estos cambios electrocardiográficos en contraste con el grupo control.

Durante la monitorización temprana e intermedia, el uso de lidocaína evidenció mínimas variaciones sobre la FC en comparación con el grupo control, tal como ha sido evidenciado en otros estudios en los cuales el uso de lidocaína se ha asociado a mínimos efectos sobre la frecuencia cardíaca y otros parámetros hemodinámicos tras su uso en IACs durante cortos periodos [41](#), [48](#). Sin embargo, durante el posoperatorio tardío, el grupo lidocaína mantuvo en promedio los valores más bajos de frecuencia cardíaca en comparación a los grupos control y tramadol. Este fenómeno podría ser explicado por el efecto sedante con predominio de la actividad del sistema parasimpático que tienen las amino amidas lo que conlleva al desarrollo de bradicardia con una función normal del nodo SA [30](#), [47](#), efectos que no han sido descritos para el tramadol, inclusive en combinación con acepromacina [37](#).

Por su parte, durante el posoperatorio temprano el grupo tramadol mantuvo en promedio los valores más bajos de frecuencia cardíaca en comparación a los grupos control y lidocaína. En perros, el tramadol solo o combinado con otras infusiones analgésicas puede producir analgesia similar a la morfina en el período posoperatorio de mediano plazo tras la inhibición de la recaptación de norepinefrina y serotonina [14](#), [33](#). En el presente estudio, los valores de FC más bajos en este grupo experimental pueden estar relacionados con la influencia de la premedicación anestésica con acepromacina los cuales sumados al efecto del tramadol aportado en la IAC [42](#) pudieron conducir a un estado de neurolepoanalgesia tras combinar un derivado fenotiacínico con un opioide, condición que no se presenta con los otros dos grupos evaluados.

En este sentido, es importante considerar que de manera tradicional la frecuencia cardíaca (FC) suele ser una medida de estimación objetiva del dolor, el cual se acompañada a su vez por un aumento de la presión arterial, el diámetro de la pupilar y los niveles de cortisol en plasma tanto en seres humanos [43](#) como en animales [17](#), [44](#). Sin embargo, la relación existente entre FC y dolor parece no estar totalmente dilucidada; en términos generales, se ha evidenciado que a pesar de existir una pequeña asociación positiva entre el dolor y frecuencia cardíaca en seres humanos [2](#) así como también en perros [23](#); la relación entre estas dos variables parece variar considerablemente entre individuos [10](#), razas [7](#), [9](#) e inclusive sexos [46](#), lo que permite inferir que el uso de la frecuencia cardíaca como herramienta clínica en la monitorización de dolor debe ser complementaria a otros métodos validados para tal fin.

La acepromacina posee una vida media en plasma aproximada de 4-5 horas en perros [5](#); algunos autores atribuyen a este medicamento un efecto preventivo contra algunas arritmias (fibrilación ventricular y taquicardia ventricular) [26](#). Por otro lado, a corto plazo la ketamina puede generar un aumento transitorio de la frecuencia cardíaca, la presión arterial sistémica, la resistencia vascular sistémica y el incremento del gasto cardíaco, debido a una elevación de noradrenalina en el plasma por activación del sistema simpático, además del incremento de las catecolaminas plasmáticas e inhibición de su recaptación, generando los efectos cardiovasculares [8](#), [35](#); sin embargo, la vida media de acción anestésica de la

ketamina es menor a 10 minutos y su vida media de eliminación de 61,3 minutos en perros [8, 25](#). Por lo anterior, es posible que durante el monitoreo posoperatorio temprano e intermedio existiera una influencia sobre los parámetros evaluados, tanto de los fármacos empleados durante la medicación preanestésica como la anestésica, dejando durante el periodo complementario (posoperatorio tardío) los efectos asociados exclusivamente a las IACs estudiadas.

Alteraciones electrocardiográficas

Las alteraciones electrocardiográficas más frecuentes en el presente estudio fueron la presencia de CSVP seguidos por la presencia de CVP ambos particularmente asociados al grupo control; lo que permitiría suponer, que el efecto analgésico generado por la lidocaína o el tramadol tiene un efecto antiarrítmico en los pacientes incluidos en esos dos grupos experimentales, posiblemente asociado a una menor liberación de catecolaminas circulantes [19, 29, 40](#). El uso de tramadol ha sido asociado a diversas alteraciones electrocardiográficas en seres humanos entre las que se incluye: taquicardia sinusal, incremento en la profundidad de la deflexión S, dextroeje y alargamiento del intervalo QTc [18](#). Sin embargo la presencia de CSVP en este grupo experimental (77,8%; 7/9 animales) no ha sido descrita en la literatura científica en caninos. Los autores no encuentran una explicación adecuada para este hallazgo.

Ha pesar que el número de CSVP y de CVP presentados por los animales en el presente estudio no necesariamente representan alteraciones auriculares o ventriculares debido a que es permisible en perros sanos encontrar inclusive hasta 1500 CSVP y 100 CVP en 24 horas [39](#), es claro que la presencia de los mismos de manera repetitiva podría ocasionar alteraciones en la presión sanguínea y el gasto cardiaco [27](#), razón por la cual se sugieren estudios complementarios para clarificar estos hallazgos.

La presencia de BAV durante el periodo posoperatorio ha sido reportado en diversos protocolos de medicación periquirúrgica [11, 34](#). En el presente estudio, la aparición de BAV presentados en mayor grado por el grupo lidocaína pudieran ser explicados por la depresión miocárdica generada por el bloqueo no homogéneo de los canales de Na, K y Ca influenciados por el efecto de este fármaco, debido a que el potencial de acción de la fibra miocárdica es mucho más prolongado que el de una célula nerviosa, por tanto en la fase sistólica y durante la apertura de canales iónicos, se presenta una mayor duración del periodo de despolarización de las células cardiacas, favoreciendo así la afinidad del medicamento hacia los canales [13](#); sin embargo para el caso del grupo control en el cual se evidenciaron un número limitado de BAV este fenómeno no se encuentra descrito. La presencia de BAV no ha sido evidenciado tras el uso de tramadol, sin embargo, el uso de otros fármacos opioides se ha asociado a la presentación de diversas alteraciones en la conducción atrioventricular debido al bloqueo de los canales de Na [24](#). A pesar que existió la presencia de pausas RR en los grupos evaluados, estos hallazgos fueron considerados como variaciones fisiológicas en el ritmo cardiaco debida a la influencia del sistema nervioso autónomo [4](#). Pausas RR de hasta 3,5 segundos han sido registradas por otros autores [4, 39](#).

La importancia clínica del presente estudio radica en que, bajo las condiciones del mismo, las IACs de lidocaína o tramadol empleadas durante 24 horas no generan alteraciones de importancia en la actividad electrocardiográfica en caninos, lo cual permitiría emplearlas con seguridad durante este periodo; adicionalmente estas IACs también podrían tener algún efecto analgésico posoperatorio para cirugías de OVH.

Limitaciones en el estudio

Una de las limitaciones de este estudio fue el no haber establecido de manera objetiva el posible efecto del dolor posoperatorio sobre el registro electrocardiográfico. El dolor no controlado puede generar diversos tipos de irregularidades electrocardiográficas como arritmias que no fue posible establecer en el presente estudio. Se sugiere que en futuros estudios se incluya la evaluación del dolor posoperatorio empleando métodos sensibles tales como la valoración del tono parasimpático (PTA por sus siglas en inglés).

Conclusiones

Los resultados del presente estudio permiten concluir que el uso de IACs de tramadol o lidocaína en el posoperatorio de perras sanas ovariectomizadas no genera alteraciones electrocardiográficas de impacto clínico *in situ*. Así mismo, y a corto plazo, la IAC con tramadol o a largo plazo la IAC con lidocaína podrían minimizar la presentación de alteraciones electrocardiográficas asociadas a dolor.

Conflicto de intereses

Se aclara que en el presente proyecto, no existe ningún tipo de conflicto de intereses entre los autores.

Agradecimientos

Los autores extienden sus más sinceros agradecimientos al Comité central de investigaciones y desarrollo científico de la Universidad del Tolima por apoyar el presente estudio. De igual manera, a la Dra. Sonia Cecilia Orozco y Óscar Leonardo Gómez por sus acertados aportes.

Referencias

1. Álvarez I, Cruz L. Fisiología cardiovascular aplicada en caninos con insuficiencia cardíaca. Rev. Med. Vet 2011; 1 (21): 115 - 132. Recuperado de: <http://www.scieo.org.co/pdf/rmv/n21/n21a09.pdf>
2. Atlee J. Perioperative cardiac dysrhythmias: Diagnosis and management. Anesthesiology 1997; 86 (1): 397 - 424. Recuperado de: <http://anesthesiology.pubs.asahq.org/article.aspx?articleid=2027098>
3. Baral B, Bhattarai B, Rahman T, Singh S, Regmi R. Perioperative intravenous lidocaine infusion on postoperative pain relief in patients undergoing upper abdominal surgery. Nepal Med Coll J 2010; 12 (4): 215 - 220. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21744761>
4. Biretoni F, Porciello F, Rueca F, Fruganti G. 24 Hour Ambulatory Electrocardiography in the Dog. Vet Res Commun 2004; 1 (28): 323 - 325. Recuperado de: http://www.academia.edu/28391803/24-Hour_Ambulatory_Electrocardiography_in_the_Dog
5. Boström I, Nyman G, Kampa N, Häggström J, Lord P. Effects of acepromazine on renal function in anesthetized dogs. Am J Vet Res 2003; 64 (5): 590 - 598. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12755300>

6. Buhl K, Kersten U, Kramer S, Mischke R, Fedrowitz M, *et al.* Incidence of post-anaesthetic arrhythmias in dogs. *J. small Anim. Pract* 2005; 1 (46): 131 - 138. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15789808/>
7. Campbell CM, Edwards RR, Fillingim RB. Ethnic differences in responses to multiple experimental pain stimuli. *Pain* 2005;113 (1-2): 20-26. Recuperado de: http://ufdcimages.uflib.ufl.edu/UF/E0/00/38/81/00001/campbell_c.pdf
8. Cruz J, Giraldo C, Fernandez E. Farmacología y uso clínico de la ketamina. *Rev CES* 2009; 4 (1): 68 - 79. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/3214/321428101006.pdf>
9. Dayoub EJ, Jena AB. Does Pain Lead to Tachycardia? Revisiting the Association Between Self-reported Pain and Heart Rate in a National Sample of Urgent Emergency Department Visits. *Mayo Clin Proc.* 2015; 90 (8): 1165-1166. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4943867/>
10. Donaldson GW, Chapman CR, Nakamura Y, Bradshaw DH, Jacobson RC, Chapman CN. Pain and the defense response: structural equation modeling reveals a coordinated psychophysiological response to increasing painful stimulation. *Pain.* 2003; 102 (1-2):97-108. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12620601>
11. Duerr F, Carr A, Duke T, Shmon C, Monnet E. Prevalence of perioperative arrhythmias in 50 young, healthy dogs. *Can Vet J* 2007; 48 (2): 169 - 177. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1780234/>
12. Emamhadi M, Sanaei Zadeh H, Nikniya M, Zamani M, Dart R. Electrocardiographic manifestations of tramadol toxicity with special reference to their ability for prediction of seizures. *Am J Emerg Med* 2012; 30 (1): 1481 - 1485. Recuperado de: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0735675711005730>
13. Espinoza A. Intoxicación por anestésicos locales y utilidad de los lípidos al 20%. *Rev Chil Anest* 2010; 1 (39): 76 - 84. Recuperado de: <http://files.sld.cu/anestesiologia/files/2012/06/intoxicacion-anesteticos-locales.pdf>
14. Fajardo M, Lesmes M, Cardona L. Evaluación del efecto analgésico postoperatorio de infusiones intraoperatorias de tramadol y tramadol/lidocaína/ketamina en comparación con morfina/lidocaína/ketamina en hembras caninas sometidas a ovariectomía. *Arch Med Vet* 2012; 44 (1): 145 - 153. Recuperado de: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-732X2012000200008
15. Ferreira M, Campos D. The analgesic effect of intravenous lidocaine in the treatment of chronic pain: a literature review. *Rev. Bras. Reumatol* 2014; 54 (5): 386 - 392. Recuperado de: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2255502114000984>
16. Forero G. Ovariectomía (OVH), técnica lateral. *RedVet* 2006; 7 (6): 1 - 7. Recuperado de: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060606/060608.pdf>
17. Gaynor JS, Muir WW. Handbook of veterinary pain management. 3ra ed. Estados Unidos de América: Elsevier; 2015. Recuperado de: <http://www.sciencedirect.com/science/book/9780323089357>

18. Ghamsari AA, Dadpour B, Najari F. Frequency of Electrocardiographic Abnormalities in Tramadol Poisoned Patients; a Brief Report. *Emergency* 2016; 4 (3):151-154. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4902210/>
19. Grimm KA, Lamont LA, Tranquilli WJ, Greene SA, Robertson SA, Editores. *Veterinary Anesthesia and Analgesia*. 5ta ed. USA: Wiley Blackwell; 2015. Recuperado de: <http://www.wiley.com/WileyCDA/WileyTitle/productCd-1118526236.html>
20. Groban L, Deal D, Vernon J, James R, Butterworth J. Cardiac Resuscitation After Incremental Overdosage with Lidocaine, Bupivacaine, Levobupivacaine, and Ropivacaine in Anesthetized Dogs. *Anesth analg* 2001; 92 (1): 37 - 43. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11133597>
21. Gutierrez-Blanco E, Victoria-Mora JM, Ibanovichi-Camarillo JA, Sauri-Arceo CH, Bolio-González ME, Acevedo-Arcique CM, Marin-Cano G, Steagall PV. Postoperative analgesic effects of either a constant rate infusion of fentanyl, lidocaine, ketamine, dexmedetomidine, or the combination lidocaine-ketamine-dexmedetomidine after ovariohysterectomy in dogs. *Vet Anaesth Analg* 2015; 42 (3):309-318. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25039918>
22. Hernández E. Lidocaína intravenosa como anestésico de base en neurocirugía. *Rev Mex Anestesiología* 2011; 34 (1): 133 - 137. Recuperado de: <http://www.medigraphic.com/pdfs/rma/cma-2011/cmas111ai.pdf>
23. Holton LL, Scott EM, Nolan AM, Reid J, Welsh E. Relationship between physiological factors and clinical pain in dogs scored using a numerical rating scale. *J Small Anim Pract*. 1998;39 (10): 469-474. Recupero de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9816569>
24. Hung CF, Tsai CH, Su MJ. Opioid receptor independent effects of morphine on membrane currents in single cardiac myocytes. *British Journal of Anaesthesia*, 1998; 81 (1): 925 - 931. Recuperado de: <https://academic.oup.com/bja/article/81/6/925/415605/Opioid-receptor-independent-effects-of-morphine-on>
25. Kaka J, Hayton W. Pharmacokinetics of Ketamine and Two Metabolites in the Dog. *J Pharmacokinet Biopharm* 1980; 8 (2): 193 - 202. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7431222>
26. Langenegger M, Farias A, Bolzan A, Ferreira W, Léga E, *et al*. Levomepromazina e acepromazina no bloqueio da arritmia induzida pela adrenalina em cães anestesiados pelo halotano. *Ciênc Rural* 2002; 32 (3): 433 - 438. Recuperado de: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782002000300011
27. Lightowler CH. *Electrocardiografía veterinaria*. 2da ed. Buenos Aires- Argentina; 2011.
28. Lopez J, Guaimás L, Bez A, Lockett M, Repetto C. Eficacia analgésica de una combinación utilizada en perras sometidas a ovariohisterectomía. *Rev. Vet* 2012; 23 (1): 59 - 63. Recuperado de: <http://www.scielo.org.ar/pdf/revet/v23n1/v23n1a12.pdf>

29. Lorentz MN, Vianna BS. Arritmias Cardíacas y Anestesia. *Rev Bras Anesthesiol* 2011; 61 (6): 440 - 448. Recuperado de: http://www.scielo.br/pdf/rba/v61n6/es_v61n6a13.pdf
30. MacDougall L, Hethey J, Livingston A, Clark C, Shmon C, *et al.* Antinociceptive, cardiopulmonary, and sedative effects of five intravenous infusion rate of lidocaine in conscious dogs. *Vet Anaesth Analg* 2009; 36 (1): 512 - 522. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19709055>
31. Macintire DK, Tefend M. Constant-rate infusions: practical use. *Clinician's brief* 2004; 1: 25-28. Recuperado de: <https://www.cliniciansbrief.com/column/procedures-pro/constant-rate-infusions-practical-use>
32. Mannoichi G, Napoleoni F, Napoletano S, Pantano F, Santoni M, *et al.* Fatal self administration of tramadol and propofol: a case report. *J Forensic Leg Med* 2013; 20 (6): 715-719. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23910868>
33. Mastrocinque S, Fantoni DT. A comparison of preoperative tramadol and morphine for the control of early postoperative pain in canine ovariohysterectomy. *Vet Anaesth Analg* 2003; 30 (1): 220 - 228. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12925179>
34. Meurs KM, Spier AW, Wright NA, Hamlin RL. Use of ambulatory electrocardiography for detection of ventricular premature complexes in healthy dogs. *J Am Vet Med Assoc* 2001; 218 (1):1291-1292. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11330615/>
35. Mion G. Ketamina. *EMC. Anest Reanim* 2012; 38 (4): 1 - 13.
36. Modak R. *Anesthesiology Keywords Review*. 2da ed. Filadelfia: Lippincott Williams & Wilkins; 2013. Recuperado de: https://books.google.com.co/books/about/Anesthesiology_Keywords_Review.html?id=39brbet5mmEC&redir_esc=y
37. Monteiro ER, Junior AR, Assis HM, Campagnol D, Quitzan JG. Comparative study on the sedative effects of morphine, methadone, butorphanol or tramadol, in combination with acepromazine, in dogs. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia* 2009; 36 (1): 25 - 33. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19121156>
38. Moran-Muñoz R, Ibanovich JA, Gutierrez-Blanco E, Acevedo-Arcique CM, Mora MV, Tendillo FJ, Santos-Gonzalez M, Yamashita K. Effects of lidocaine, dexmedetomidine or their combination on the minimum alveolar concentration of sevoflurane in dogs. *J Vet Med Sci* 2014; 76 (6):847-853. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24572631>
39. Noszczyk-Nowak A, Paslawska U, Nicpon J. ECG parameters in 24-Hour holter monitoring in healthy dogs. *Bull Vet Inst Pulawy* 2009; 1 (53): 499 - 502. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/269633072_ECG_PARAMETERS_IN_24-HOUR_HOLTER_MONITORING_IN_HEALTHY_DOGS_and_Parasitic_Diseases_with_Clinic_for_Horses_Dogs_and_Cats

40. Oliveira RM, Tenório SB, Tanaka PP, Precoma D. Control del Dolor por Bloqueo Epidural y Aparición de Arritmias Cardíacas en el Postoperatorio de Procedimientos Quirúrgicos Torácicos y Abdominales Altos: Estudio Comparativo. *Rev Bras Anesthesiol* 2012; 62 (1): 10-18. Recuperado de: http://www.scielo.br/pdf/rba/v62n1/es_v62n1a03.pdf
41. Ortega M, Cruz I. Evaluation of a constant rate infusion of lidocaine for balanced anesthesia in dogs undergoing surgery. *Can Vet J* 2011; 52 (8): 856-860. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3135028/>
42. Quandt JE. Tramadol. *Clinician's Brief* 2013; 1: 43-45. Recuperado de: <https://www.cliniciansbrief.com/article/tramadol>
43. Rathmell JP, Fields HL. Pain: pathophysiology and management. En: Longo DL, Fauci AS, Kasper DL, Hauser SL, Jameson JL, Loscalzo J. *Harrison's Principles of Internal Medicine*. 18 ed. Estados Unidos de América: McGraw-Hill; 2012. p. 93-101. Recuperado de: <http://www.harrisonsim.com/>
44. Seymour C, Duke-Novakovski T, Mendelhall V. *BSAVA Manual of Canine and feline anaesthesia and analgesia*. 2nd ed. United States of America: BSAVA; 2010. Recuperado de: <https://www.amazon.com/Manual-Canine-Feline-Anaesthesia-Analgesia/dp/0905214986>
45. Silverstein D, Hopper K. *Small Animal Critical Care Medicine. Analgesia and constant rate infusion*. 2nd ed. United States of America: Elsevier; 2015. Recuperado de: <https://www.elsevier.com/books/small-animal-critical-care-medicine/silverstein/978-1-4557-0306-7>
46. Tousignant-Laflamme Y, Rainville P, Marchand S. Establishing a link between heart rate and pain in healthy subjects: a gender effect. *J Pain* 2005; 6 (6):341-347. <http://doi.org/10.1016/j.jpain.2005.01.351>
47. Uribe W, Duque M, Medina E. *Electrocardiografía y Arritmias*. 1ra ed. Bogotá: Export Editores Ltda; 2005. Recuperado de: <https://es.slideshare.net/L1553TH/electrocardiografia-y-arritmias>
48. Valverde A, Doherty TJ, Hernández J, Davies W. Effect of lidocaine on the minimum alveolar concentration of isoflurane in dogs. *Vet Anaesth Analg* 2004; 31 (4): 264-271. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15509291>
49. Wang F, Shen X, Xu S, Liu Y. Preoperative tramadol combined with postoperative small-dose tramadol infusion after total abdominal hysterectomy: a double-blind, randomized, controlled trial. *Pharmacol Rep* 2009; 61 (1): 1198-1205. Recuperado de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20081257>