



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán

Valoración del dolor intraoperatorio a través de la activación del tono parasimpático (PTA) y su correlación con la presión arterial no invasiva en perras sometidas a ooforosalingohisterectomía electiva con un bloqueo epidural de lidocaína y fentanilo

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MÉDICA VETERINARIA ZOOTECNISTA

P R E S E N T A :

Beatriz Adriana Loyo Cosme

Asesor: M en C. Ismael Hernández Ávalos

Coasesor: Dr. José Gabriel Ruiz Cervantes



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

A ti que me permites sonreír ante todos mis logros que son el resultado de tu ayuda, y cuando caigo y me pones a prueba, aprendo de mis errores pues reconozco que los pones para que mejore como ser humano, y crezca de diversas maneras.

Gracias Dios

Por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de los logros se los debo a ustedes, y este es uno de ellos. Me formaron con reglas y ciertas libertades, pero siempre me motivaros para alcanzar mis anhelos

Gracias Valentina Cosme y Antonio Loyo

Por abrir un mundo nuevo e interesante, por motivar el aprendizaje integral, estimular la curiosidad a la investigación y sobre todo su paciencia infinita.

Gracias M en C. Ismael Hernández Ávalos

Por su entrega a mi aprendizaje, por compartir su sabiduría por todo el apoyo, tiempo y paciencia brindada e impulsarme a ser mejor cada día

Gracias Dr. José Gabriel Ruiz Cervantes

Por tu apoyo, consejos, risas, paciencia; por estar a mi lado en los momentos y situaciones de hostilidad, por tu presencia a mi lado siempre impulsándome a seguir adelante.

Gracias Gustavo Lara



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN
SECRETARÍA GENERAL
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLÁN
ASUNTO: VOTO APROBATORIO

M. en C. JORGE ALFREDO CUÉLLAR ORDAZ
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLÁN
PRESENTE

ATN: I.A. LAURA MARGARITA CORTÉS FIGUEROA
Jefa del Departamento de Exámenes Profesionales
de la FES Cuautitlán.



DEPARTAMENTO DE
EXÁMENES PROFESIONALES

Con base en el Reglamento General de Exámenes, y la Dirección de la Facultad, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el: **Trabajo de Tesis**

Valoración del dolor intraoperatorio a través de la activación del tono parasimpático (PTA) y su correlación con la presión arterial no invasiva en perras sometidas a ooforosalingohisterectomía electiva con un bloqueo epidural de lidocaína y fentanilo

Que presenta la pasante: BEATRIZ ADRIANA LOYO COSME

Con número de cuenta: 30101389-3 para obtener el Título de la carrera: Medicina Veterinaria y Zootecnia

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 23 de Agosto de 2018.

PROFESORES QUE INTEGRAN EL JURADO

| | NOMBRE | FIRMA |
|----------------------|--------------------------------------|-------|
| PRESIDENTE | Dr. José Gabriel Ruiz Cervantes | |
| VOCAL | M.V.Z. Norabel Pérez Conde | |
| SECRETARIO | M.V.Z. Teresa Cortés Ortiz | |
| 1er. SUPLENTE | M. en C. Luis Rodolfo Vázquez Huante | |
| 2do. SUPLENTE | Dr. Víctor Manuel Díaz Sánchez | |

NOTA: los sinodales suplentes están obligados a presentarse el día y hora del Examen Profesional (art. 127).

LMCF/ntm*

Índice

| | Página |
|--|---------------|
| 1. Resumen | 1 |
| 2. Introducción | 2 |
| 3. Revisión de literatura | 5 |
| 3.1. Anatomía nociceptiva | 6 |
| 3.1.1. Función talámica | 10 |
| 3.1.2. Fisiopatología del dolor | 11 |
| 3.2. Reconocimiento del dolor en perros | 17 |
| 3.3. Analgesia preventiva | 28 |
| 3.3.1. Analgésicos opioides | 29 |
| 3.3.2. Anestesia, analgesia epidural | 33 |
| 3.4. Índice de nocicepción (PTA) | 42 |
| 4. Objetivos | 51 |
| 5. Hipótesis | 51 |
| 6. Justificación | 52 |
| 7. Materiales y métodos | 53 |
| 8. Diseño experimental | 63 |
| 9. Resultados | 65 |
| 10. Discusión | 70 |
| 11. Conclusiones | 77 |
| 12. Bibliografía | 78 |
| 13. Anexos | 86 |

Índice de Figuras

| Figura | Página |
|---|---------------|
| Figura 1. Subdivisión funcional de médula espinal formando una unidad funcional encargada de recibir estímulos exteroceptiva, es decir, sensibilidad al dolor, temperatura tacto y presión. | 9 |
| Figura 2. Arco nociceptivo. | 11 |
| Figura 3. Fisiología del dolor. | 12 |
| Figura 4. Representación simplificada de la vía del dolor. | 14 |
| Figura 5. Proceso neurofisiológico del dolor. | 16 |
| Figura 6. Escala de VAS, Enfrentamiento de dolor en urgencias. | 19 |
| Figura 7. Escala DIVAS, Dynamic interactive visual analogue scale. | 20 |
| Figura 8. a) Corte transversal de la zona de la médula espinal en la que se observan las divisiones entre los espacios epidural y subaracnoideo. | 34 |
| Figura 9. b) Corte sagital de la zona lumbosacra que ilustra la colocación de la aguja en el espacio epidural. | 35 |
| Figura 10. c) Conjunto de raíces de los nervios sacro y coccígeo que se originan del cono medular y se extienden caudalmente formando un penacho (cauda equina). | 35 |
| Figura 11. Planos anatómicos en la punción a nivel epidural | 38 |
| Figura 12. Puntos anatómicos para la colocación de un catéter epidural. | 39 |

| | |
|--|----|
| Figura 13. Derivación de electrodos y su posición. | 43 |
| Figura 14. Arritmia sinusal respiratoria en inspiración y espiración. | 43 |
| Figura 15. Intervalo RR en la inspiración. | 44 |
| Figura 16. Medición de trazos y filtros normalizados (línea continua) en equilibrio nocicepción / antinocicepción, midiendo la influencia de la respiración en la serie RR y proporcional al tono parasimpático. | 45 |
| Figura 17. Interpretación de índice ANI en humanos o PTA en amínales | 46 |
| Figura 18. Escalas de nocicepción en animales (Metrodoloris, Lille, Francia) | 47 |
| Figura 19. Monitor PTA (Parasympathetic Tone Activity) (Metrodoloris, Lille, Francia) | 48 |
| Figura 20. Monitor PTA selección de especie y tamaño (Parasympathetic Tone Activity) (Metrodoloris, Lille, Francia) | 48 |
| Figura 21. Monitor PTA calibración (Parasympathetic Tone Activity) (Metrodoloris, Lille, Francia) | 49 |
| Figura 22. Monitor PTA (Parasympathetic Tone Activity) (Metrodoloris, Lille, Francia) | 49 |
| Figura 23. Monitor PTA gráficas y valores (Parasympathetic Tone Activity) (Metrodoloris, Lille, Francia) | 50 |
| Figura 24. Cateterización. | 55 |
| Figura 25. Dexdomitor. | 56 |
| Figura 26. Zelazol. | 56 |
| Figura 27. Tubos endotraqueales | 57 |
| Figura 28 Sondeo orotraqueal a) | 57 |

| | |
|---|----|
| Figura 29. Sondeo orotraqueal b) | 58 |
| Figura 30. Sondeo orotraqueal c) | 58 |
| Figura 31 Ubicación e introducción de la aguja en el espacio epidural. | 59 |
| Figura 32. Aguja Tuohy | 59 |
| Figura 33. Ubicación e introducción de la aguja en el espacio epidural. | 60 |
| Figura 34. Técnica de la gota pendiente | 60 |
| Figura 35. Administración de los fármacos epidurales | 61 |
| Figura 36. Colocación alternativa de electrodos para una monitorización del paciente y equipo de control. | 61 |
| Figura 37. Colocación alternativa de electrodos para una monitorización del paciente y equipo de control | 62 |
| Figura 38. Aplicación de pinzas de campo | 62 |

Índice de Cuadros

| <i>Cuadro</i> | <i>Página</i> |
|--|----------------------|
| Cuadro 1. Glasgow Composite Measure Pain Score–Short Form. | 22 |
| Cuadro 2. Escala de dolor de la Universidad de Melbourne (UMPS). | 24 |
| Cuadro 3. Escala modificada por el centro médico veterinario de la Universidad Estatal de Colorado, para el dolor agudo en caninos | 25 |
| Cuadro 4. Escala modificada por el centro médico veterinario de la Universidad Estatal de Colorado, para el dolor agudo en felinos | 26 |
| Cuadro 5. Analgésicos opiáceos utilizados habitualmente en los perros. | 30 |
| Cuadro 6. Indicaciones y dosis recomendadas de los anestésicos locales. | 33 |
| Cuadro 7. Dosis de anestésicos locales para administración vía epidural en caninos. | 40 |
| Cuadro 8. Dosis de analgésicos para administración vía epidural en pequeños animales. | 41 |

Índice de Tablas

Tabla 1. Parámetros fisiológicos del perro comparados con los promedios generales obtenidos durante el intraoperatorio de perras sujetas a OSH electiva. 66

Tabla 2. Registros de los promedios y desviación estándar de los pacientes estudiados 66

Tabla 3. Datos promedio y su desviación estándar del PTA 67

Tabla 4. Correlación de Pearson entre las variables del estudio. 69

Índice de Gráficos

Gráfico 1. Valores promedio del índice PTA en los pacientes estudiados ($P > 0.05$). 68

1 RESUMEN

Actualmente la monitorización de la nocicepción bajo anestesia general es un campo que no ha sido completamente resuelto a pesar de la gran variedad de métodos estudiados hasta la fecha. Las técnicas de anestesia equilibrada proveen una mejor estabilidad cardiovascular y respiratoria, mejorando con ello el tiempo perioperatorio. El objetivo de este estudio fue evaluar el dolor intraoperatorio a través de la actividad del tono parasimpático (PTA) registrando señales relacionadas con la nocicepción y percepción del dolor en perras sometidas a ooforosalingohisterectomía (OSH) electiva, utilizando 15 pacientes ASA1 donde la inducción anestésica fue realizada con Dexmedetomidina y la administración vía epidural de lidocaína y fentanilo, mientras que para la profundización y mantenimiento de la hipnosis se usó Tiletamina y Zolacepam. Para la evaluación del dolor fue usado el monitor (PTA) y su correlación con la presión arterial no invasiva por oscilometría medida por un brazalete en la arteria dorsal metatarsiana. El PTA basal fue de 60 ± 8 y durante el proceso quirúrgico fueron los siguientes; a la aplicación de pinzas de campo de 61 ± 9 , la incisión de piel, tejido subcutáneo, aponeurosis muscular, peritoneo de 57 ± 13 , al pedículo ovárico derecho de 60 ± 17 , al pedículo ovárico izquierdo 61 ± 12 , al realizar muñón y corte del cuerpo del útero 69 ± 13 , durante la reconstrucción de los planos y tejido subcutáneo, aponeurosis muscular, peritoneo 74 ± 13 , mientras que al cierre de piel 73 ± 15 . La correlación calculada entre PTA y FC fue ($r = -0.0106$), PTA / FR de ($r = 0.107$) y entre PTA / valor corregido de PAM ($r = -0.190$). A partir de estas observaciones se puede inferir que los pacientes anestesiados en el presente estudio, no manifestaron dolor durante el proceso quirúrgico, lo que permite que se reduzca la estancia en la unidad del postoperatorio, y así también la disminución de las dosis anestésicas.

2 INTRODUCCIÓN

El dolor se puede definir como una experiencia sensorial y emocional desagradable, asociada a un daño tisular, real o potencial que se encuentre descrito en términos de dicho daño (Camps y Amat, 2013).

En este sentido, el dolor difiere de otras sensaciones porque es una advertencia de que algo anda mal en el organismo, por lo que pasa a ser una prioridad sobre otras señales para que éste sea reconocido o relacionado con algo desagradable. Así, cuando el dolor se prolonga y se logra dañar el tejido, es entonces cuando se facilitan y reorganizan las vías centrales nociceptivas por lo que la percepción del mismo puede aumentar, incluso hasta generar alodinia (Ganong, 2006).

Por ejemplo, el dolor visceral además de ser difuso (no localizable), desagradable y acompañarse de náuseas y signos autónomos de tipo simpático, a menudo se irradia o se refiere a otras áreas (Ganong, 2006).

Es evidente que el conocimiento de la nocicepción y los sitios frecuentes de referencia del dolor de cada víscera son muy importantes para el médico veterinario zootecnista (MVZ), ya que las fibras aferentes de las estructuras viscerales llegan al sistema nervioso central (SNC) mediante las vías simpáticas y parasimpáticas (Ganong, 2006; Elanco, 2014). En estos casos el dolor suele asociarse con el daño tisular donde la cirugía es la causa más frecuente y en principio una de las razones para establecer un tratamiento del mismo con la finalidad de impedir o limitar la sensibilización central y periférica de las fibras nerviosas (Ganong, 2006; Elanco, 2014).

La nocicepción es una recepción, conducción y procesamiento central de las señales nerviosas generadas por la estimulación (Morgan 1993; Elanco, 2014) mismas que se han clasificado en dos categorías; las fibras "A" y "C". Las primeras se encuentran involucradas en la respuesta sensitiva haciendo que el arco nociceptivo se active en el dolor inmediato y localizado. Por el contrario, las fibras

tipo “C” transmiten el dolor de manera continua aún después del estímulo por lo que se encuentran directamente relacionadas al dolor crónico (Fernández y Gómez, 2011).

De esta manera, diferentes autores mencionan que el dolor puede clasificarse como agudo o crónico. En el primer caso, se dice que es el resultado de lesiones tisulares y/o nerviosas producto de enfermedades traumáticas y/o de la propia cirugía, que es de intensidad variable aunque ésta puede aumentar de manera progresiva en las primeras 24 – 72 horas por lo que su intensidad no es valorada de manera adecuada y en muchas ocasiones se trata de forma deficiente (Morgan, 1993).

Lo que lleva a reflexionar sobre el hecho de que el dolor no tratado correctamente es causa de sufrimiento innecesario, ya que predispone al paciente a complicaciones médicas, aumentando significativamente el tiempo de hospitalización, recuperación y costos del procedimiento quirúrgico, por lo que este debe ser controlado por diferentes tratamientos farmacológicos o físicos que actúen a diferentes niveles según donde se origine éste (Elanco, 2014).

Dentro de los innumerables protocolos de anestesia y analgesia hay un fin común que es evitar la sensación del dolor durante y después de todos los procedimientos quirúrgicos, por ello en la cirugía de cavidad abdominal y pélvica se hace necesaria una anestesia general aunada a una analgesia epidural con la cual se infiere que la prevención o tratamiento del dolor pre-anestésico es suficiente para el procedimiento quirúrgico (Mayoral, 1994).

Al respecto de la evaluación del dolor, recientemente en el ámbito de la anestesiología veterinaria se cita el uso del monitor PTA (Parasympathetic Tone Activity) que en base a un algoritmo, genera un índice de nocicepción basado en animales con un alto grado de sensibilidad al dolor y sometidos con frecuencia a procedimientos quirúrgicos. Este monitor, se basa en un análisis de variabilidad de la frecuencia cardíaca y frecuencia respiratoria que evalúa el equilibrio analgesia – nocicepción en animales anestesiados, esto con la finalidad de adaptar el

tratamiento analgésico de forma individual (Mansour *et al.*, 2017). De esta forma, el índice PTA proporciona un valor objetivo para la analgesia veterinaria, sobre todo durante la cirugía, ofreciendo un valor entre 0 y 100 puntos correspondiente a la actividad del componente parasimpático del sistema nervioso autónomo (SNA) del animal (Szentel *et al.*, 2015; Mansour *et al.*, 2017).

La forma de interpretación de éste índice es que mientras mayor sea el dato del PTA, es menor el grado de dolor; siendo el ideal entre 50 – 70 para una cirugía (Mansour *et al.*, 2017).

Así la finalidad de este estudio es evaluar el dolor intraoperatorio mediante la actividad del tono parasimpático (PTA) y su correlación con la presión arterial no invasiva en perras sujetas a la ooforosalingohisterectomía (OSH) electiva, con un bloqueo epidural de lidocaína y fentanilo (Burzaco y Martínez, 2001; Mansour *et al.*, 2017).

3 REVISIÓN DE LITERATURA

Durante siglos se ha fracasado a la hora de englobar en una sola definición el concepto de dolor debido a la enorme complejidad y multitud de aspectos y variantes que presenta el mismo, no obstante, este no representa el mismo significado para todos y por consiguiente resulta más difícil comprender este fenómeno en los animales (Fernández y Gómez, 2011).

La clasificación del dolor se realiza en base a su duración, patogenia, localización, curso, intensidad, factores como pronósticos del control del dolor y según la farmacología (Camps y Amat, 2013).

A. Por la duración puede ser agudo o crónico, siendo el primero, la consecuencia de la activación del sistema nociceptivo, en cuyo caso es autolimitado desapareciendo habitualmente con la lesión que lo originó, por lo que tiene una finalidad protectora (signo de corta duración o de origen conocido). En el segundo caso, este no es de función protectora, si no que se trata de un proceso autolimitado, y está asociado a numerosos signos psicológicos como ansiedad crónica, miedo, depresión, insomnio, e incluso enfermedad (de larga duración y origen incierto) (Ganon, 2006; Ferrándiz, 2015).

B. Según su patogenia; Neuropático, está producido por estímulo directo del SNC o por lesión de vías nerviosas periféricas. Se describe como punzante, quemante, acompañado de parestesias y disestesias, hiperalgesia, hiperestesia y alodinia. Otro criterio es que sea nociceptivo; este tipo de dolor es el más frecuente y se divide en somático y visceral. Finalmente psicógeno: donde interviene el ambiente psico-social que rodea al individuo (Fernández y Gómez, 2011).

C. Según la localización se considera somático; que se produce por la excitación anormal de nociceptores somáticos superficiales o profundos (piel, músculo-esquelético, vasos). Es un dolor localizado, punzante y que se irradia siguiendo trayectos nerviosos. Por otra parte, el visceral se produce por la

excitación anormal de nociceptores viscerales. Este dolor se localiza mal, es continuo y profundo. Asimismo puede irradiarse a zonas alejadas al lugar donde se originó. Frecuentemente se acompaña de signos neurovegetativos (Fernández y Gómez, 2011).

D. Según el curso será continuo; persistente a lo largo del día y no desaparece, o irruptivo, es decir con aumento transitorio del dolor (Fernández y Gómez, 2011).

E. Según la intensidad; leve: donde se pueden realizar actividades habituales; moderado que, interfiere con la actividad habitual y severo que interfiere con el descanso (Fernández y Gómez, 2011).

F. Según sus factores de control del dolor, puede ser difícil (o complejo), mismo que se describe como el que no responde a la estrategia analgésica habitual.

G. Según la farmacología: el que responde bien a los opiáceos como son los dolores viscerales y somáticos; Los parcialmente sensible a los opiáceos como el dolor óseo y el dolor por compresión de nervios periféricos, y escasamente sensible a opiáceos: como el dolor por espasmo de la musculatura estriada y el dolor por infiltración-destrucción de nervios periféricos (Puebla, 2005; Fernández y Gómez, 2011).

3.1 ANATOMÍA NOCICEPTIVA

Los nociceptores son los receptores especializados en la detección de estímulos nocivos. Morfológicamente son terminaciones nerviosas libres de fibras A δ (mielínicas) y C (amielínicas) que funcionan como transductores biológicos. Sus cuerpos celulares de origen se localizan en los ganglios de la raíz dorsal (GRD) o en los ganglios sensoriales de los pares craneales correspondientes, y se conocen como neuronas de primer orden o aferentes primarios, de la vía nociceptivas. Las fibras A δ poseen un diámetro de 2 a 5 μ m y una velocidad de

conducción de 12 a 30 m/seg. Las fibras C tienen un diámetro de 0,4 a 1,2 mm y una velocidad de conducción de 0,5 a 2 m/seg (Julius y Basbaum, 2001).

Cuando se produce una lesión superficial en la piel, se perciben dos clases de dolores: uno inicial, rápido, de corta duración, bien localizado, debido a la actividad de las fibras A δ , llamado dolor primario o agudo y, otro, de aparición más tardía, lento, persistente y difuso, debido a la actividad de las fibras C, llamado dolor secundario o lento. Los nociceptores pueden clasificarse funcionalmente como: mecano-nociceptores, termo-nociceptores y polimodales. Los tres tipos de nociceptores se encuentran en la piel y en la mayoría de las vísceras, sin embargo algunos de ellos, han sido identificados como canales de membrana (Julius y Basbaum, 2001).

Así los mecano-nociceptores son fibras A δ que se activan por estímulos de presión intensa. Los termo-nociceptores corresponden a fibras A δ y son activados por temperaturas superiores a 45°C o inferiores a 5°C. mientras que los nociceptores polimodales pertenecen a fibras C y son activados por una gran variedad de sustancias químicas, estímulos mecánicos intensos y temperaturas extremas de frío o calor. Los nociceptores polimodales pueden, a su vez, dividirse en dos grupos de fibras relativamente independientes. La activación de los nociceptores da lugar a la generación de potenciales de acción que inducen, a su vez, la liberación de neurotransmisores en el asta dorsal de la médula espinal. De éstos, el principal es el glutamato, que es capaz de generar potenciales sinápticos de gran velocidad en las neuronas del asta dorsal. Además, las fibras aferentes de las neuronas pueden liberar sustancias químicas proinflamatorias dando lugar a la llamada inflamación neurogénica de los tejidos lesionados. La mayoría de los nociceptores tiene la propiedad de disminuir su umbral, o de aumentar su respuesta, cuando son sometidos a estimulación repetitiva (Julius y Basbaum, 2001).

Este fenómeno se llama sensibilización periférica y puede ser de dos clases: autosensibilización, cuando es debida a acomodación de la membrana del nociceptor, o heterosensibilización, cuando se debe a la acción de sustancias

químicas presentes en la zona de lesión. Cuando se produce una lesión tisular, se desencadena una cascada de liberación de sustancias inflamatorias sensibilizantes o excitadoras de los nociceptores. Entre ellas se mencionan iones K^+ y H^+ , serotonina, bradiquinina, histamina, prostaglandinas, leucotrienos y Sustancia P. El conjunto de estas sustancias se denomina “sopa inflamatoria” (Julius y Basbaum, 2001).

Las prostaglandinas son mediadores locales o cofactores que aumentan la sensibilidad de las terminaciones nerviosas libres. Algunos tejidos, especialmente viscerales, poseen nociceptores que inicialmente no son activados por los estímulos nocivos pero que, luego de estímulos repetidos e intensos, responden en forma notoria. Estos receptores se conocen como nociceptores silenciosos. La primera sinapsis de la vía de la nocicepción se halla en el asta dorsal de la médula espinal o en los núcleos sensoriales de los pares craneales. El asta dorsal comprende seis capas histológicas, denominadas por Rexed como láminas I (la más superficial) a VI (la más profunda) (Julius y Basbaum, 2001).

Las neuronas nociceptivas de segundo orden (NNSO) se localizan en las láminas I y II. Hacen sinapsis con fibras $A\delta$ y C y se dividen en dos clases: las neuronas nociceptivas específicas que responden solamente a estímulos nocivos y las neuronas de rango dinámico amplio (WDR) que pueden responder tanto a estímulos mecánicos nocivos como no nocivos. Las láminas III y IV contienen neuronas que responden a estímulos no nocivos, provenientes de fibras $A\beta$. Las neuronas de la lámina V son, básicamente, neuronas WDR que reciben información de fibras $A\beta$, $A\delta$ y C. Finalmente, las neuronas de la lámina VI reciben impulsos mecánicos no nocivos provenientes de músculos y articulaciones. Las NNSO pueden sufrir cambios funcionales duraderos. Así, luego de estimulación repetida y persistente, las neuronas pueden aumentar progresivamente su respuesta. En general, la hiperexcitabilidad, se denomina sensibilización central (Dickenson y Sullivan, 2007).

En vías nociceptivas ascendentes los axones de las NNSO se proyectan a niveles superiores del SNC dando lugar a, por lo menos, cinco haces diferentes:

espinotalámico, espinoreticular, espinomesencefálico, cervicotalámico y espinohipotálamico. El haz espinotalámico, está conformado por axones que cruzan a un costado contralateral de la médula y ascienden en la sustancia blanca anterolateral hasta los núcleos ventral posterolateral y ventral posteromedial talámicos. El haz espinoreticular es formado por axones que ascienden en el cuadrante anterolateral de la médula espinal hasta la formación reticular y núcleos reticulares talámicos. Este haz posee tanto fibras cruzadas como homolaterales. El haz espinomesencefálico está constituido por axones que se dirigen al sistema reticular mesencefálico, a la sustancia gris periacueductal y al núcleo parabraquial, de donde se proyectan conexiones a la amígdala. Unas fibras del haz ascienden por el cuadrante anterolateral medular y, otras, por el fascículo lateral. El haz cervicotalámico se origina en el núcleo cervical lateral, localizado en la porción lateral de la sustancia blanca de los segmentos medulares CI y CII. Sus axones homo y contralaterales, ascienden por el lemnisco medio y terminan en los núcleos ventral posteromedial y ventral posterolateral talámicos. El haz espinohipotálamico incluye axones que se proyectan a núcleos vegetativos hipotalámicos (Dickenson y Sullivan, 2007). (Figura 1)

- Tracto de Lissauer
 - Fibras mielinizadas y no mielinizadas que ascienden y descienden 1-3 niveles
- Lamina I
 - Noci y termo receptores
- Lamina II
 - Sustancia gelatinosa
 - Noci-termo-mecano receptores
 - Red de neuronas que modulan el estímulo nociceptivos

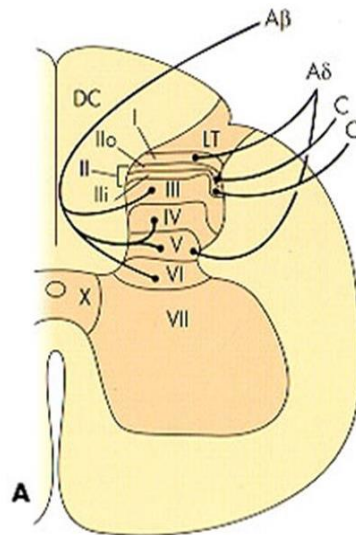


Figura 1. Subdivisión funcional de médula espinal formando una unidad funcional encargada de recibir estímulos exteroceptiva, es decir, sensibilidad al dolor, temperatura tacto y presión.

(http://images.slideplayer.es/1/16831/slides/slides_6.jpg)

3.1.1 Función Talámica

La mayoría de las fibras somatosensoriales, procedentes de la médula espinal y del complejo trigeminal, terminan en la porción ventral posterior de las masas nucleares del tálamo, laterales a la lámina medular interna (VP) o en un área más posterior (VO). Las fibras procedentes de la cara y de la región oral lo hacen en la porción más medial: núcleo ventral posteromedial (VPM). La información del cuerpo y de las extremidades termina más lateral y dorsal: núcleo ventral posterolateral (VPL). Sin embargo, hay evidencia mediante registros de potenciales evocados, de que el tálamo recibe información nociceptiva bien organizada topográficamente. Además, los resultados de la estimulación eléctrica y el efecto de algunas lesiones del tálamo, especialmente el denominado Síndrome Talámico, permiten plantear que esa estructura es fundamental para la percepción del dolor (Dickenson y Sullivan, 2007).

El síndrome talámico es causado generalmente por obstrucción de la rama tálamogeniculada de la arteria cerebral posterior que irriga la porción posterolateral del tálamo. Clínicamente, se manifiesta por ataques de dolor espontáneo, de gran intensidad, en el hemicuerpo contralateral. Además, se presenta hemiplejía o hemiparesia en ese mismo hemicuerpo. (Figura 2) La estimulación puntiforme o intensa produce en esos pacientes una sensación desagradable, difusa, que se irradia de manera intolerable. Ello permite afirmar que el tálamo juega un papel importante, no solo, en el procesamiento sensorial de tipo discriminativo de la nocicepción, sino en la modulación afectiva del dolor (Woolf 1996; Dickenson y Sullivan, 2007).

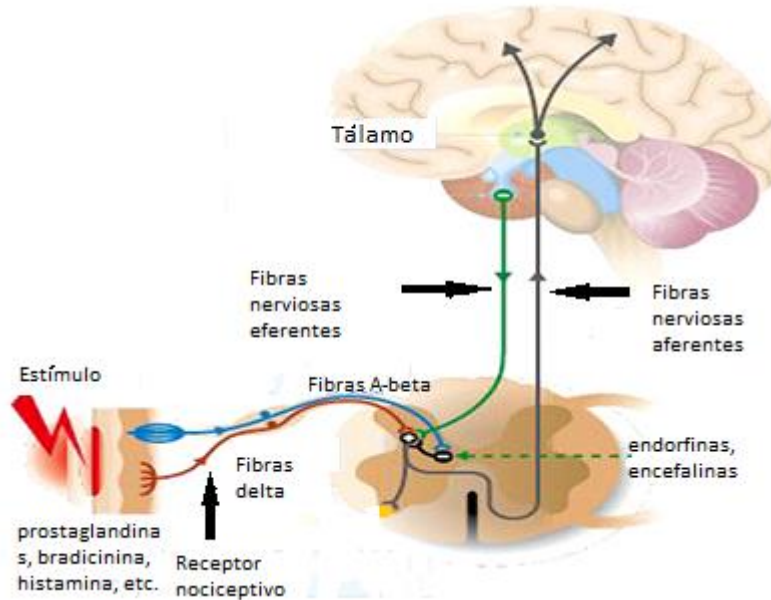


Figura 2. Arco nociceptivo (<http://1cel.cat/es/blog/dolor-cronico-y-psicologia-cerrando-la-puerta-al-dolor/>, Peinazo, 2018)

3.1.2 Fisiopatología del dolor

La liberación de numerosos agentes químicos: leucotrienos, bradiquininas, serotonina, histamina, iones K^+ , ácidos, acetilcolina, tromboxanos, sustancia P y factor activante de plaquetas, son importantes en el desarrollo de dolor continuo después de un daño agudo. De este modo, las prostaglandinas son mediadores locales o cofactores que aumentan la sensibilidad de las terminaciones nerviosas libres. En la médula espinal los nociceptores activarán mensajes a través de la liberación de neurotransmisores del dolor: glutamato, sustancia P, péptido relacionado con el gen de la calcitonina (PRGC). Los neurotransmisores del dolor activan la neurona de segundo orden vía los receptores correspondientes. Esta neurona cruza la médula espinal al lado contralateral, y viaja por el haz espinotalámico hasta alcanzar el tálamo. En el tálamo se activa la neurona de tercer orden, y viaja a la corteza somatosensorial, la cual percibe el dolor (Julius y Basbaum, 2001; Kopf, 2010). (Figura 3)

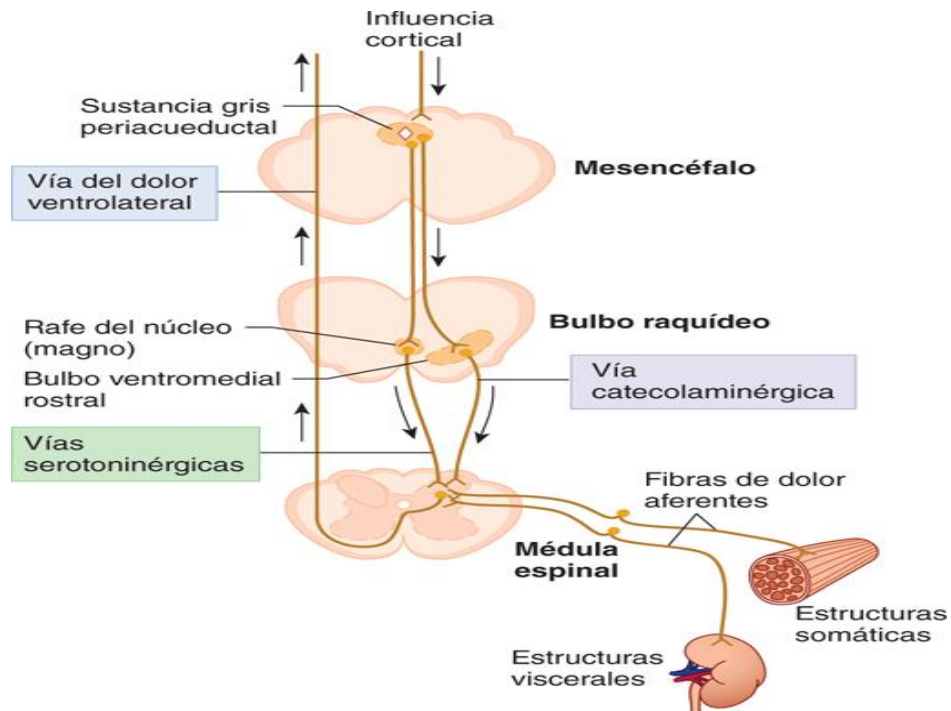


Figura 3. Fisiología del Dolor (Ganong, 2006)

Transducción

En la señal del dolor, es el proceso por el cual el estímulo nociceptivo es convertido en señal eléctrica en los nociceptores. Estos últimos responden a diferentes noxas térmicas, mecánicas o químicas; pero no responden a estímulos no nociceptivos. La liberación periférica de neurotransmisores permite el clásico “axón reflejo”, el cual origina cambios periféricos que son reconocidos como indicadores de dolor: enrojecimiento, hinchazón, tersedura e inflamación. El dolor resulta de la activación de los nociceptores periféricos por la liberación de neurotransmisores, y por la disminución del umbral de respuesta de las fibras nociceptivas. Cuando existe una injuria tisular los nociceptores “silentes” son reclutados, respondiendo posteriormente a una serie de estímulos (Julius, y Basbaum, 2001). Cuando los nociceptores son sensibilizados la respuesta puede ser más vigorosa dando lugar a hiperalgesia. Los receptores opioides localizados en las terminaciones nerviosas periféricas, cuando son activados por opioides endógenos o exógenos inhiben el haz aferente; así por ejemplo la morfina actúa

sobre el receptor opioide μ (receptores de la proteína G) que resulta en la apertura indirecta de los canales de potasio; dando lugar a una carga negativa intracelular que hiperpolariza al nociceptor, resultando en una disminución de la actividad del nociceptor: es decir en analgesia (Julius y Basbaum, 2001; Dickerson y Sullivan, 2007).

Transmisión

Es el segundo estadio del proceso de la señal nociceptiva. La información de la periferia es transmitida a la médula espinal, luego al tálamo y finalmente a la corteza cerebral. La información es transmitida, a través de dos neuronas nociceptivas aferentes primarias: las fibras C o nociceptores polimodales C quienes representan el 80% de todos los nociceptores periféricos y que transmiten información nociceptiva mecánica, térmica y/o química. Al respecto, las fibras A δ son llamadas mecanorreceptores de umbral alto; algunas de estas fibras responden a estímulos térmicos (Dickerson y Sullivan, 2007). Los nociceptores aferentes transmiten la señal de la periferia a través de la liberación de neurotransmisores específicos que están asociados con el dolor: glutamato, sustancia P. El glutamato es el neurotransmisor más importante, que interacciona con los receptores aminoácidos excitatorios: N metil D aspartato (NMDA) y no NMDA. La sustancia P, interactúa con los receptores dobles de la proteína G. Las fibras nerviosas aferentes primarias en el asta dorsal espinal hacen sinapsis con la neurona de segundo orden. Dichas fibras viajan en el tracto de Lissauer el cual está localizado en la sustancia gris del asta dorsal espinal (Woolf, 1996).

Proyección

El haz espinotalámico es la vía más importante para el ascenso de las señales aferentes del dolor de la médula espinal a la corteza; y se subdivide en: neoespinotalámico y paleoespinotalámico. El primero, es la vía primaria de la señal del dolor rápido, discrimina los diferentes aspectos del dolor como su localización, intensidad o duración (Helleger, 2002). Mientras que el haz paleoespinotalámico transmite el dolor lento o crónico, reconocida como una

percepción emocional no placentera que viaja a través de esta vía; la sustancia P es el neurotransmisor más importante de la misma. Las neuronas de segundo orden en el asta dorsal de la médula espinal tienen la capacidad de cambiar su patrón de respuesta en circunstancias de descarga sostenida de las fibras aferentes: “sensibilización”. La sensibilización central contribuye al fenómeno de hiperalgesia y alodinia (Conzemijs *et al.*, 1997). (Figura 4)

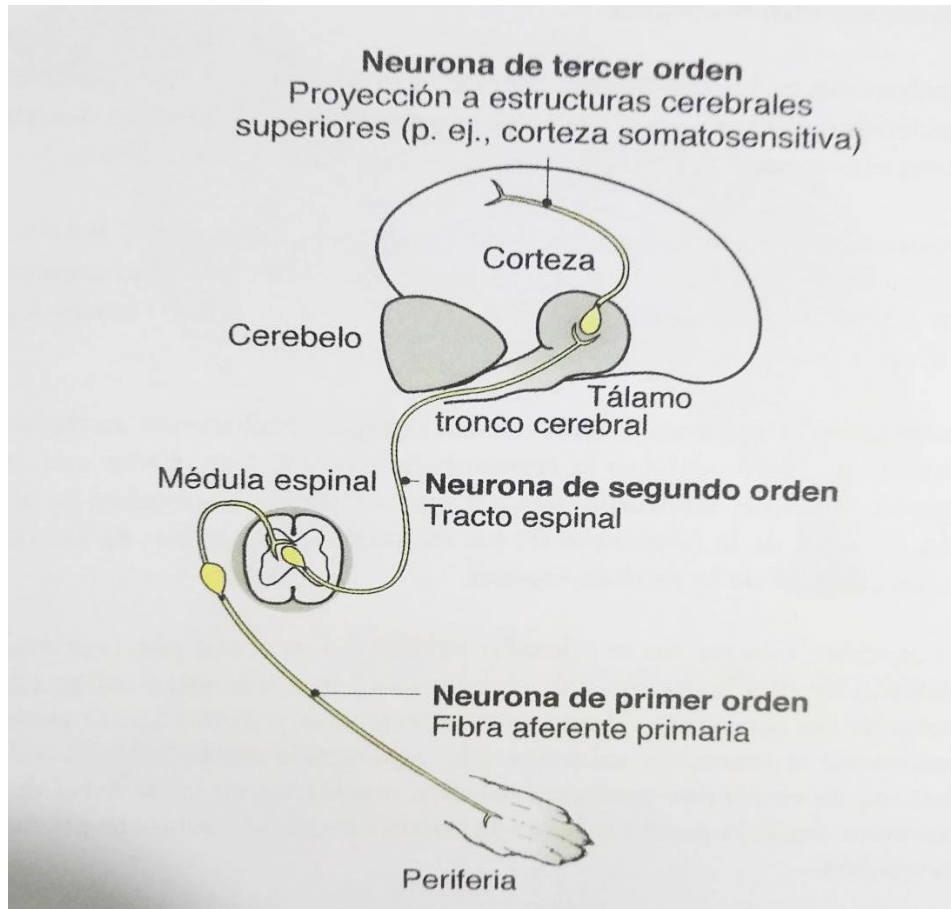


Figura 4. Representación simplificada de la vía del dolor (William *et al.*, 2001).

Modulación

Representa los cambios que ocurren en el SNC en respuesta a un estímulo nociceptivo, el mismo permite que la señal nociceptiva recibida en el asta dorsal de la médula espinal sea selectivamente inhibida, de manera que la señal a los

centros superiores sea modificada. El sistema de modulación endógena del dolor está conformado por neuronas intermedias dentro de la capa superficial de la médula espinal y tractos neurales descendentes; los cuales pueden inhibir la señal del dolor (Helleyer, 2002; Conzemius, *et al.*, 1997).

Los opioides endógenos y exógenos pueden actuar en las terminales presinápticas de los nociceptores aferentes primarios vía receptor opioide μ a través de un bloqueo indirecto de los canales de Ca^{++} y apertura de los canales de k^+ . La inhibición de la entrada de Ca^{++} en los terminales presinápticos y la salida de k^+ resulta en una hiperpolarización con inhibición de la liberación de neurotransmisores del dolor, por lo tanto en analgesia. La activación del sistema neural descendente cortical involucra la liberación de neurotransmisores: beta endorfinas, encefalinas, dinorfinas. Estos péptidos alivian el dolor incluso en situaciones de estrés (Puebla, 2005).

En esta sección del arconociceptivo existe un sistema modulador descendente, donde la activación ocurre a través de receptores específicos para opioides por medio de endorfinas. Dicho sistema se activa alrededor de la sustancia gris periacueductal del mesencéfalo. Estas neuronas se proyectan a la formación reticular medular y al *locus ceruleus*; donde se produce serotonina y norepinefrina respectivamente. Las fibras descendentes luego se proyectan hasta el *funiculus* dorso-lateral del asta dorsal de la médula espinal, para hacer sinapsis con la neurona aferente primaria. Así, las neuronas moduladoras descendentes del dolor tienen las siguientes funciones:

- Liberan neurotransmisores en la médula espinal: serotonina, norepinefrina.
- Activan interneuronas que liberan opioides en el asta dorsal espinal.
- La liberación de serotonina y norepinefrina, origina: Inhibición de la liberación de transmisores del dolor en las señales aferentes nociceptivas.
- Inhibición del segundo orden celular en la transmisión del dolor (Moreno, 2004).

Por lo tanto, la administración de opioides da lugar a la activación de los receptores opioides en el mesencéfalo y en las células de segundo orden transmisoras de dolor; previniendo la transmisión ascendente de la señal del dolor. No obstante, la activación de los receptores opioides en los terminales centrales de las fibras C en la médula espinal, previene la liberación de neurotransmisores del dolor, y en su caso la activación de los receptores opioides en la periferia permite inhibir la activación los nociceptores y las células que liberan mediadores inflamatorios (Serrano et al; 2002, Moreno, 2004).

Percepción

El tálamo inicia la interpretación de la mayoría de estímulos nociceptivos, los cuales siguen a la corteza cerebral. Las partes de la corteza involucradas en la interpretación de las sensaciones de dolor son: corteza somatosensorial primaria, corteza somatosensorial secundaria, opérculo parietal, ínsula, corteza cingulada anterior, corteza pre-frontal. La tomografía con emisión de positrones (PET), la resonancia magnética nuclear funcional (RMN), son técnicas que permiten detectar alteraciones en el flujo sanguíneo, que se correlacionan con la actividad metabólica (Conzemius *et al.*, 1997). (Figura 5)

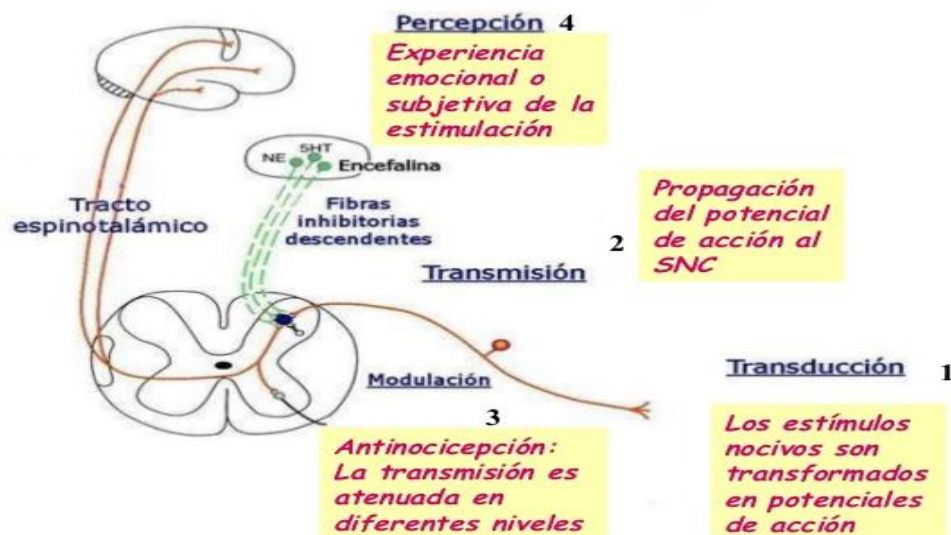


Figura 5. Proceso neurofisiológico del dolor (<https://es.slideshare.net/meli1890/fisiologia-sensorial-2314862>, Nucette, 2018)

3.2 RECONOCIMIENTO DEL DOLOR EN PERROS

La respuesta al dolor varía según la especie. La diferencia entre dolor y respuestas a un plano anestésico insuficiente es un asunto muy importante para los anestesiólogos (Dolin *et al.*, 2002)

Para identificar el dolor se pueden utilizar diversos criterios y escalas. En medicina veterinaria, existen una serie de comportamientos y signos característicos comúnmente empleados para monitorizar la profundidad anestésica, entre ellos la evaluación clínica (movimientos, tono mandibular, producción de lágrima, posición del globo ocular, reflejo palpebral, frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria y alteraciones hemodinámicas). Aunque existen monitores basados en el análisis del electroencefalograma que se pueden emplear para dicho fin, como son el índice bispectral o la entropía espectral, normalmente no se emplean en la clínica diaria para saber cuándo se producen situaciones dolorosas (Schauvliege, 2016). Las escalas para medir dolor deben ser usadas para asegurar que este sea medido y tratado en cada uno, además debe estar acompañado de un examen físico y de comportamiento individual (Woolf 1996, Helleyer, 2002). Es por ello que el reconocimiento y valoración del dolor comienza con la observación del paciente (Helleyer, 2002).

La percepción del dolor no es solo una función de detección de estímulos dañinos (componente sensorial) sino una función individual tanto psicológica como emocional. Cada individuo tiene necesidades analgésicas diferentes a pesar de sufrir un mismo procedimiento y puede mostrar diferentes respuestas endocrinas y comportamentales que pueden estar relacionados con la edad o el género. Las herramientas de valoración deben adaptarse a estas variaciones y posibilitar que los regímenes analgésicos se ajusten al individuo (McCrackin, *et al.*, 1994, MacCracken, 2010). Los pacientes son incapaces de expresarse, y por tanto los evaluadores son los responsables de puntuar el grado de dolor a través de

escalas subjetivas, sin embargo estas siempre deben realizarse por la misma persona. La evaluación del dolor se ve afectada por muchos factores propios del observador tales como la edad, género, experiencia clínica, e incluso y quizás más importante, la experiencia personal sobre el procedimiento o condición dolorosa (McCrackin *et al.*, 1994).

Los sistemas de puntuación unidimensionales y multidimensionales tradicionalmente valoran la intensidad del dolor agudo, entre ellas se mencionan las siguientes: (Mckune *et al.*, 2015).

A) Escala descriptiva simple (Simple descriptive scale, SDS); son escalas muy simples y altamente subjetivas que tienen normalmente cuatro o cinco categorías. Este tipo de escalas no demuestran sensibilidad para detectar pequeños cambios en la intensidad del dolor (Mckune *et al.*, 2015).

B) Escala de clasificación numérica (Numerical rating scale, NRS); ésta escala utiliza números en lugar de categorías. Se utiliza normalmente para puntuar características comportamentales individuales dentro de escalas multidimensionales. Son escalas discontinuas con lo cual no permiten establecer puntuaciones entre un valor y otro (llevando a veces a errores en el análisis estadístico) (Mckune *et al.*, 2015).

C) Escala visual análoga (Visual analog scale, VAS). Esta escala continua simple es ampliamente utilizada y consiste en una línea de 100 mm limitada por dos puntos que representan ausencia de dolor (0mm) y el máximo dolor imaginable (100mm). El observador hace una marca sobre la línea en el punto que considera que se correlaciona con el grado de dolor en el animal (Mckune *et al.*, 2015). (Figura 6)

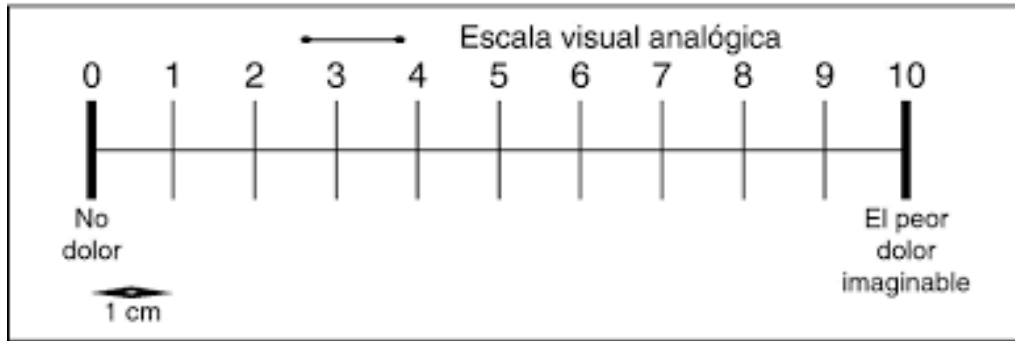


Figura 6. Escala de VAS (Serrano *et al.*, 2002)

Esta equivale al número que se obtiene al medir la distancia desde la marca al cero. Una de las cuestiones sobre este método es la linealidad de la escala, pues se generan dudas sobre si existe una relación proporcional entre valores de diferentes intensidades. Así por ejemplo, una marca de 60 mm no tiene por qué ser exactamente el doble de dolor que una de 30mm. En un estudio realizado por Holton y colaboradores (1998) se demostró que existe variabilidad significativa dependiendo del observador en los tres métodos. Así, (Lascelles *et al.*, 1995) publicaron una mejora del VAS, la cual incluye una valoración dinámica e interactiva del paciente (DIVAS), (Figura 7) siendo utilizada en muchos estudios. Este componente adicional a la escala VAS incluye observar al animal a una cierta distancia (DIVAS I), posteriormente aproximándose e interactuando con él (DIVAS II) y finalmente palpando la zona de la herida (DIVAS III). Varias publicaciones similares al presente trabajo han utilizado esta escala con buenos resultados (Lascelles *et al.*, 1995, Morgaz *et al.*, 2013).

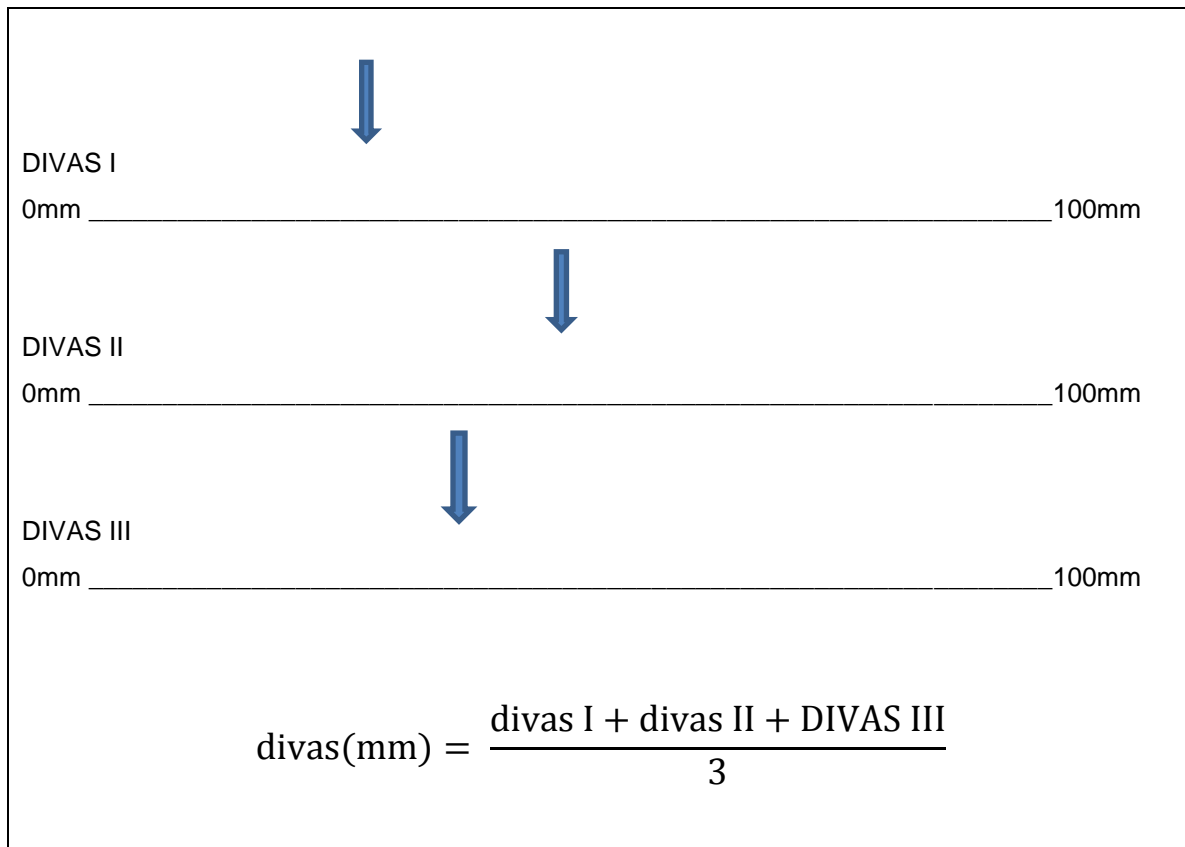


Figura 7. Escala DIVAS (Dynamic interactive visual analogue scale (Lascelles *et al.*, 1995)

La escala compuesta de medición del dolor de Glasgow (Glasgow Composite Measuring Pain Scale, CMPS) es una escala basada en el comportamiento para valorar el dolor agudo en perros. Es un cuestionario estructurado, el cual incluye valoraciones del comportamiento espontáneo y/o provocado, interacciones con el animal y observaciones clínicas. Las categorías: comportamiento y respuesta hacia las personas, postura, movilidad, actividad, respuesta a la palpación, atención al área dolorosa y vocalización. En cada categoría hay unos ítems de los cuales el observador elige el que mejor describa el comportamiento del animal, esta fue diseñada usando principios psicométricos. Hasta la fecha, esta escala está validada en perros y es de las más empleadas para valorar el dolor agudo postoperatorio en perros. Además, para facilitar su

uso en un ambiente muy atareado como es la clínica diaria, es necesario que este cuestionario sea corto, simple y rápido de completar (Holton *et al.*, 2001).

En este sentido Reid y colaboradores desarrollaron en 2007 una forma simplificada de la CMPS (Short form of Glasgow Composite Measuring Pain Scale, SF-CMPS) que cumplía estas características y determinaron cual era la puntuación a la que se considera que un animal necesita tratamiento analgésico. La puntuación total de la escala es de 0 a 24 si la movilidad es posible, y de 0 a 20 si no es posible valorar movilidad. Si la puntuación del animal es ≥ 6 en el primer caso y ≥ 5 en el segundo, es necesario utilizar analgesia de rescate (Reid *et al.*, 2007) (Cuadro 1).

| | | | |
|--|--|---|---|
| <p>A. Observación del perro en la jaula Esta parte se debe realizar sin interferir con el animal, para observar el comportamiento espontáneo y no el inducido.</p> <p>Vocalización</p> <p>Callado: sin vocalizar.</p> <p>Llora/lloriquea: vocalizaciones de leve a moderadas e intermitentes.</p> <p>Gime: vocalizaciones de moderadas a intensas e intermitentes.</p> <p>Chilla/aúlla: vocalizaciones de moderadas a intensas y continuas.</p> | <p>0</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> | <p>C. Presión con suavidad alrededor de la herida considerar que al animal le duele, además, si se presiona de forma muy brusca se puede asustar, provocando una respuesta falsamente aumentada. El modo correcto es presionar suavemente y acercándose progresivamente a la zona de la herida, para incrementar la intensidad de la presión.</p> <p>(iv) Reacción a la palpación</p> <p>No hace nada</p> <p>Mira a la herida</p> <p>Se encoge o pone mueca de dolor</p> <p>Gruñe o marca la zona: saca los dientes.</p> <p>Amenaza: intenta morder.</p> <p>Vocalización moderada a intensa.</p> | <p>0</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p> |
| <p>Atención a la herida</p> <p>Ignora la zona operada.</p> <p>Mira la zona operada.</p> <p>Lame la zona operada: pasa la lengua con suavidad por la zona de la herida.</p> <p>Frota la zona operada: pasa la lengua con insistencia e intensidad por la zona de la herida, o bien, pasar la zona de la herida contra algún objeto externo o parte del cuerpo.</p> <p>Mordisquea la zona operada: de forma breve y/o repetitiva.</p> | <p>0</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> | <p>D. En general</p> <p>(v) Comportamiento</p> <p>Contento: activo, alegre, vital</p> <p>Tranquilo: es capaz de descansar.</p> <p>Indiferente/no responde al ambiente: sin llamarle la atención el animal no responde a lo que pasa a su alrededor.</p> <p>Nervioso o ansioso: el animal presenta sobreexcitación, es incapaz de descansar.</p> <p>Deprimido/no responde a estímulos: aun llamándole la atención (llamándole, haciendo ruidos, etc) el animal no responde a lo que pasa a su alrededor.</p> | <p>0</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> |
| <p>B. Observación del perro de pie</p> <p>Movilidad</p> <p>Normal</p> <p>Cojea</p> <p>Le cuesta caminar o camina lento</p> <p>Rígido</p> <p>Se niega a caminar</p> | <p>0</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> | <p>(vi) Posición y actividad</p> <p>Cómodo: está tranquilo, alegre, o descansa.</p> <p>Inquieto: está intranquilo, desazogado, ligeramente nervioso, muy atento a su alrededor.</p> <p>Molesto/incómodo: está a disgusto, agobiado, nervioso, perturbado, fastidiado.</p> <p>Encorvado: situación de tensión representada con esta postura.</p> <p>Tenso: no puede relajarse, con los músculos rígidos, excesivamente alerta.</p> | <p>0</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> |

Cuadro 1. Forma abreviada de la escala de Glasgow utilizada como una medida del dolor agudo en el perro (Reid et al., 2005)






Otra de las escalas multidimensionales ampliamente utilizadas es de la Universidad de Melbourne (University of Melbourne Pain Scale, UMPS). Se desarrolló como una escala multidimensional NRS para evaluar el dolor postoperatorio en perros basada en valorar el comportamiento y las variables fisiológicas. Comprende seis categorías derivadas de una revisión de la literatura sobre medición del dolor en perros: variables fisiológicas, respuestas a palpación, actividad, estado mental, postura y vocalización (Cuadro 2).El evaluador asigna un valor de la escala NRS a cada ítem tras observar al animal. Cada ítem tiene un valor ponderado, de manera que hay algunos que tienen más peso o importancia que otros en la valoración final. Esta escala es mucho más precisa que la SDS, NRS o VAS; y sus múltiples factores aumentan su especificidad y sensibilidad. Como desventaja, esta escala requiere conocimiento del comportamiento del animal antes de la anestesia y la cirugía. Además, los comportamientos y variables fisiológicas que engloba no han sido validados y no sirven en caso de animales sedados (Ludovic y Sanchis-Mora, 2016).

| Categoría | Descripción | Puntaje | |
|---|--|---------|---|
| a) Parámetros fisiológicos | a. Datos fisiológicos dentro del rango de referencia. | 0 | |
| | b. Pupilas dilatadas. | 2 | |
| | c. Incremento de la FC en relación a la basal: | >20 % | 1 |
| | | >50% | 2 |
| | | >100% | 3 |
| | d. Incremento en la FR en relación a la basal: | >20% | 1 |
| | | >50% | 2 |
| >100% | | 3 | |
| e. Temperatura rectal excede el rango de referencia | 1 | | |
| f. Salivación | 2 | | |
| b) Respuesta a la palpación | a) Sin cambios de comportamiento | 0 | |
| | b) Reacciones protectoras* / cuando es tocado | 2 | |
| | c) Reacciones protectoras /* antes de ser tocado | 3 | |
| c) Actividad | a) En descanso: durmiendo | 0 | |
| | b) En descanso: semiconsciente | 0 | |
| | c) En descanso: despierto | 1 | |
| | d) Comiendo | 0 | |
| | e) Agitado (camina constantemente, se levanta y se acuesta). | 2 | |
| | f) Revolcándose, golpeándose | 3 | |






| | | |
|--|--|---|
| d) Estado mental | a) Sumiso b) Ansioso c) Miedoso d) Agresivo | 0 1 2 3 |
| e) Postura | a) Resguardando o protegiendo el área afectada (posición fetal) b) Decúbito lateral c) Decúbito esternal Escoja una: d) Sentado o parado e) Moviéndose f) Postura normal | 2 0 1 2 1 2 |
| f) Vocalización + | a) No vocaliza b) Vocaliza cuando lo tocan c) Vocaliza intermitente d) Vocaliza continua | 0 2 2 3 |
| *Las reacciones protectoras incluyen movimientos de la cabeza hacia el área afectada, lamerse, morderse, rascarse la herida, tensar los músculos y posturas de protección. + No incluye ladridos de alerta. | | Descripción del dolor 1 – 5 = dolor leve 6 – 13 = dolor moderado 14 – 21 = dolor severo 21–27=dolor insoportable |

Cuadro 2. Escala de dolor de la Universidad de Melbourne (UMPS) (Holton et al., 2001).

La Universidad de Colorado posee escalas específicas para evaluar el dolor tanto en perros como en gatos (Colorado State University Feline and Canine Acute Pain Scales). En esta escala el evaluador selecciona los descriptores más apropiados seleccionando unas casillas para dos componentes: psicológico/comportamental y la respuesta a palpación. Consta de un tercer componente, la rigidez corporal, que se valora con un SDS. Según las casillas seleccionadas y la valoración de la rigidez se obtiene una puntuación de 0 a 4. La analgesia del paciente debe ser revisada en caso de puntuaciones mayores de 2. La escala incluye las posturas del animal según el grado de dolor que ayudan al evaluador. Finalmente, también hay unos diagramas del cuerpo del animal para poder señalar en qué zonas el animal presenta dolor, tensión, o aumento de la temperatura (Ludovic y Sanchis-Mora, 2016) (Cuadros 3 y 4)

| Situación psicológica y conductual del perro | Respuesta a la palpación | Tensión del cuerpo | |
|--|---|--|--|
| <p>1</p>  | <ul style="list-style-type: none"> -Descansa confortablemente -Se muestra feliz y contento -No le molestan las heridas ni el área quirúrgica -Está interesado en lo que lo rodea | <ul style="list-style-type: none"> -No se molesta por la palpación en la zona de la cirugía ni en otro lugar que palpemos | <ul style="list-style-type: none"> -Mínima |
| <p>2</p>  | <ul style="list-style-type: none"> -Se muestra contento, ligeramente inestable e inquieto -Se distrae fácilmente con lo que le rodea | <ul style="list-style-type: none"> -Reacciona a la palpación de la herida, en la zona de la cirugía o al examinar otra parte del cuerpo con estremecimiento | <ul style="list-style-type: none"> -Leve |
| <p>3</p>  | <ul style="list-style-type: none"> -Parece incómodo cuando está descansando -Puede gemir o vocalizando y lamerse o frotarse en la zona de la herida cuando o está bajo vigilancia -Tiene las orejas caídas muestra expresión facial de preocupación (cejas arqueadas, mirada esquiva) -Muestra reacción a responder cuando lo llamamos -No tiene ganas de interactuar con las personas o su entorno, aunque puede mirar a su alrededor para ver que está pasando | <ul style="list-style-type: none"> -Estremecimiento, gemidos y lloriqueos. Se mantiene alejado | <ul style="list-style-type: none"> -Moderada (reevaluar el plan analgésico) |
| <p>4</p>  | <ul style="list-style-type: none"> -Está inquieto, llorando, gimiendo, se puede morder o mascar las heridas cuando no está bajo vigilancia -Vigila y protege la herida o la zona de la cirugía alterando la distribución del peso (cojea, cambia constante su posición del cuerpo) | <ul style="list-style-type: none"> -Puede ser sutil (desplazamiento de ojos, aumento de la frecuencia respiratoria) si el perro está demasiado dolorido para moverse o permanecer impasible y estoico -Puede ser exagerada, como un grito agudo, o gruñir, morder o amenazar con morder y/o alejarse | <ul style="list-style-type: none"> -Moderada (reevaluar el plan analgésico) |
| <p>5</p>  | <ul style="list-style-type: none"> -Gime o grita cuando está en vigilancia -Puede morderse o mascar la herida, es poco probable que se mueva -Posiblemente no responda a estímulos del entorno -Difícilmente se distraerá del dolor | <ul style="list-style-type: none"> -Vocalizará en palpaciones no dolorosas (alodinia), mostrará tensión o temor de que el dolor empeore -Puede reaccionar agresivamente a la palpación | <ul style="list-style-type: none"> -De moderada a severa -La tensión del cuerpo puede ser rígida para evitar el movimiento doloroso (reevaluar el plan analgésico) |

Cuadro 3. Escala modificada por el centro médico veterinario de la Universidad Estatal de Colorado, para el dolor agudo en caninos. <https://www.slideshare.net/EvaRivero/nursing-care-part-ii-eva-rivero-48385840> (Rivero 2018)

| Actuación psicológica y conductual del gato | Respuesta a la palpación | Tención del cuerpo |
|--|---|--|
| <p>1</p>  | <ul style="list-style-type: none"> -Contento y tranquilo cuando esta solo -Cómodo cuando descansa -Interesado o curioso sobre lo que lo rodea | <ul style="list-style-type: none"> -No se molestan por la palpación en la herida o el sitio de la cirugía ni en otro lugar que palpemos |
| <p>2</p>  | <ul style="list-style-type: none"> -Los signos son a menudo sutiles y no se detectan fácilmente en los entornos clínicos, mayor probabilidad de detectarlos en casa -Los signos tempranos pueden desaparecer al cambiar el entorno o la rutina normal. En el hospital pueden estar contentos o ligeramente inestables -Menos interesados en el entorno o cambios en la rutina norma | <ul style="list-style-type: none"> -Pueden o no reaccionar a la palpación de la herida en el sitio de la cirugía |
| <p>3</p>  | <ul style="list-style-type: none"> -Disminución de la capacidad de respuesta, busca a la soledad -Está tranquilo, perdida de brillo en los ojos -Yace acurrucado y retraído (las cuatro patas bajo el cuerpo, los hombros encorvados, la cabeza ligeramente más baja que los hombros, la cola enroscada firme alrededor del cuerpo) con los ojos cerrados parcialmente o en su totalidad -El pelaje es áspero y esponjado -Puede acicalarse un área dolorida o irritada -Disminución del apetito, no está interesado en la comida | <ul style="list-style-type: none"> -Responde de manera agresiva o trata de escapar si palpamos el área dolorosa o sus alrededores -Tolera atención, puede incluso animarse cuando es acariciado siempre y cuando se evite zona dolorida |
| <p>4</p>  | <ul style="list-style-type: none"> -Maúlla gruñe y sisea constantemente cuando esta solo -Puede morder o mascar la herida, improbable que se mueva solo | <ul style="list-style-type: none"> -Gruñidos y siseos cuando palpamos zonas no dolorosas (puede experimentar dolor en zonas que no debería doler y retirarse). Suponer empeoramiento del dolor -Reacciona agresivamente a la palpación, se aleja de forma contundente para evitar cualquier contacto |
| <p>5</p>  | <ul style="list-style-type: none"> -Postrado -Potencialmente no responde o no es consciente de su entorno. Difícil de distraer la atención del dolor Receptivo a la atención (incluso los gatos salvajes serán más tolerantes al contacto) | <ul style="list-style-type: none"> -No responde a palpaciones -Puede estar rígido para evitar movimientos dolorosos |

Cuadro 4 . Cuadro 3. Escala modificada por el centro médico veterinario de la Universidad Estatal de Colorado, para el dolor agudo en felinos. <https://www.slideshare.net/EvaRivero/nursing-care-part-ii-eva-rivero-48385840> (Rivero 2018)

Esto lleva a una terapia analgésica independiente de la puntuación del dolor, que resulta en una disminución del dolor y una apariencia más confortable del animal (Puebla, 2005).

3.3 ANALGESIA PREVENTIVA

Se entiende por analgesia, a la ausencia de entidad motora clínicamente aparente, supresión de los reflejos autónomos, mantenimiento de la estabilidad cardiovascular y amnesia en la mayoría de los pacientes (Schauvliege, 2016)

La administración de analgésicos protege a las neuronas del asta dorsal de la médula espinal del efecto sensibilizador del estímulo nocivo. Tanto experimental como clínicamente se ha observado el efecto positivo de la administración preventiva de fármacos opioides y antiinflamatorios no esteroideos (AINEs). No obstante, para obtener el máximo beneficio es crucial la coordinación de la entrada nociceptiva y la medicación analgésica para explotar el beneficio clínico de la analgesia preventiva, es decir, mientras mayor sea el estímulo quirúrgico esperado, se aplicará mayor grado de analgesia preventiva. A este respecto, es necesario tener en cuenta que la analgesia preventiva no elimina el dolor post-quirúrgico, pero ayuda a prevenir la sensibilización del SNC y SNP durante la cirugía (Ludovic y Sanchis-Mora, 2016).

De esta manera, la analgesia preventiva disminuye la intensidad y duración del dolor después de un procedimiento quirúrgico o no, minimiza la probabilidad de que se produzca una situación de dolor crónico y permite controlar de mejor manera el período de dolor. Aunque algunos otros autores también describen que atenúa la sensibilización central y periférica, siendo una forma práctica de controlar el dolor una vez que se ha iniciado algún estímulo nociceptivo (Gil *et al.*, 2012).

La lesión tisular desencadena dos fases de estímulos nociceptivos; la primera se produce durante la lesión tisular (cirugía) y la segunda resulta de la reacción inflamatoria a la lesión tisular que se presenta durante el período de resolución (cicatrización). Así por ejemplo el tratamiento preventivo con anestésicos locales a nivel de la lesión prevendrá el desarrollo de la hipersensibilidad al bloquear el influjo aferente que induce la facilitación central. La

anestesia regional administrada tras el daño quirúrgico tendrá un efecto reducido porque la facilitación central ya está instaurada. Existe una serie de opciones, para el control del dolor, pre, intra y postoperatorio, así, los AINEs reducen la activación de los nociceptores, mientras que los anestésicos locales y los opioides bloquean los estímulos sensitivos. En consecuencia, se piensa que las terapéuticas dirigidas sólo al período perioperatorio no son capaces de prevenir completamente los cambios que éstas producen a nivel del SNC, por lo que deben ir dirigidas al periodo perioperatorio y postoperatorio de forma continua (Gil *et al.*, 2012).

3.3.1 Analgésico opioides

Los opiáceos son drogas o medicamentos (alcaloides) de origen natural como del opio. Un opioide es una sustancia endógena o exógena de acción análoga a la morfina (Campoy *et al.*, 2012).

Los opiáceos pueden presentar diversos efectos secundarios, como depresión respiratoria, bradicardia, miosis, estreñimiento, náuseas, vómitos, euforia y disforia. Los principales receptores de membrana ligados a proteínas G activados por opiáceos, son los receptores μ , κ y δ que están presentes de manera abundante en zonas cerebrales incluyendo la sustancia gris periacueductal, en la médula rostral ventromedial, en las amígdalas, en los ganglios basales y en la médula espinal (Campoy *et al.*, 2012). La activación de los receptores es a causa de una hiperpolarización de las membranas de las células nerviosas lo que produce una disminución de la conducción de los canales de calcio que dependen del voltaje. Seguidamente los canales de K^{++} se abren para permitir el flujo de salida del mismo. Por tanto se inhibe la sinapsis, de forma reversible a la conducción neuronal, evitando la transmisión del estímulo nociceptivo hacia la médula espinal y el cerebro, por esta razón cualquier opioide administrado en diversos sitios del cuerpo producirá un efecto analgésico debido a su absorción plasmática y redistribución al SNC (Campoy *et al.*, 2012).(Cuadro 5)

| Fármaco | Clasificación (potencia respecto a la morfina) | Formas farmacéuticas | Dosis | Duración del efecto del bolo |
|--|---|-------------------------------------|--|------------------------------|
| Morfina | Agonista μ *(1) | Inyectable: 0.5-50 mg/ml | 0.1-1.0 mg/kg IV lenta IM o SC Infusión: 0.12 – 0.34 mg/kg/h | 2-6 horas |
| Peridina (meperidina) | Agonista μ *(0.2 – 0.3) | Inyectable: 10-100 mg/ml | 3-5 mg/kg IM o SC | 1-1.5horas |
| Metadona | Agonista μ *(1) | Inyectable: 10 mg/ml | 0.1-0.5 mg/kg IV IM o SC | 4-8 horas |
| Hidromorfina | Agonista μ *(5) | Inyectable: 2-100 mg/ml | 0.05-0.2 mg/kg IV IM o SC Infusión: 0.05-0.1 mg/kg/h | 4 horas |
| Fentanilo | Agonista μ *(100) | Inyectable: 50 y 78.5 μ g/ml | Inyectable: 2-5 μ g/kg bolo Tasa de infusión: Intraoperatorio: 5-40 μ g/kg/h Posoperatoria: 3-6 μ g/kg/h | 20-30 minutos |
| *Nivel de potencia en relación a morfina | | | | |

Cuadro 5. Analgésicos opiáceos utilizados habitualmente en los perros (Duke, 2017)

Fentanilo

El fentanilo es un analgésico opioide agonista μ puro, de corta acción, altamente liposoluble y 100 veces más potente que la morfina. El pico de efecto analgésico ocurre en 5 minutos y dura aproximadamente 30 minutos después de su administración intravenosa (Otero y Portela, 2017).

El fentanilo se liga reversiblemente al receptor opioide μ (agonista OP3) dentro de los poros de los conductos de sodio (Na^+) en los nodos de Ranvier de los nervios periféricos, activando varios tipos de proteína G e inhibiendo la actividad de la enzima adenil-ciclasa, esto activa las corrientes de los receptores operados por el K^+ y suprime las corrientes de voltaje del ión calcio (Ca^{++}). Esta disminución de la liberación de Ca^{++} previene la liberación de neurotransmisores, como la sustancia P en el SNC. El fentanilo reduce el requerimiento de los anestésicos e hipnóticos por sus características analgésicas y sedativas (Otero y Portela, 2017). Debido a su alta liposolubilidad, el fentanilo se distribuye rápidamente en primera instancia, del plasma al SNC, y posteriormente se redistribuye, con mayor perfusión a los tejidos, como el adiposo y el músculo esquelético. Esta acción disminuye la concentración plasmática y es responsable de la rápida terminación del efecto (cinética de primer orden). Sin embargo a grandes dosis o infusiones prolongadas es necesaria la biotransformación hepática y excreción renal para que desaparezca el efecto. Conforme ocurre la saturación de tejido menos perfundido, la duración del efecto tendrá una vida media de eliminación de 2-3 horas. De acuerdo con la vida media, el tiempo de eliminación se prolonga y los efectos clínicos pueden persistir por un período más largo después de una infusión intravenosa cuando se administra en tratamiento del dolor intenso. En perros es principalmente utilizado vía epidural con una combinación de otros anestésicos locales que permiten reducir la dosis de ambos componentes y así la disminución de los efectos adversos de ambos fármacos (Burzaco y Martínez, 2001).

En general la estabilidad cardiovascular es muy buena, pues no produce hipotensión por efecto directo sobre los vasos sanguíneos y tampoco por liberación de histamina, sus efectos depresores directos sobre el miocardio son mínimos y poco significativos. La depresión respiratoria es más común en humanos que en perros, sin embargo puede verse una ligera disminución de la frecuencia respiratoria asociada a la administración de otros fármacos depresores del SNC. A grandes dosis se han reportado algunos casos de estreñimiento, salivación, hiperalgesia y retención urinaria (Helleyer, 2002; Otero y Portela, 2017).

Lidocaína

Este analgésico local produce un bloqueo motor y sensitivo de las fibras nerviosas. Estructuralmente los anestésicos locales contienen una fracción hidrófila y una hidrófoba que está separada por una ligadura amida intermedia, lo que le da su vida media biológica, tiempo de latencia y forma de biotransformación (Burzaco y Martínez 2001, Ahmad et al.2013).

Los analgésicos locales actúan en la membrana celular para prevenir la generación y la conducción del impulso nervioso al disminuir el incremento transitorio en la permeabilidad de las membranas excitables al Na^+ que normalmente se produce por la despolarización leve de membrana debido a la concentración, es decir producen un bloqueo neuronal completo. La biotransformación es hepática, con eliminación renal sin embargo algunos estudios con animales la lidocaína ha demostrado un efecto inotrope negativo mediado por un efecto con los canales de Na^+ y Ca^{++} , sin embargo, eleva el umbral de la fibrilación ventricular en perros, por un efecto directo sobre las células miocárdicas. Las fibras nerviosas sensoriales son bloqueadas antes que las fibras nerviosas motoras, lo que a bajas dosis permite un bloqueo sensorial selectivo. Esta también tiene acción antiarrítmica de clase 1b, disminuyendo la frecuencia de la sístole ventricular, la duración del potencial de acción y el período refractario absoluto, así como el periodo refractario relativo (Ahmad *et al.*, 2013). (Cuadro 6)

| Anestésico local | Dosis / vía | Duración | Indicaciones | Comentarios |
|---|---|----------------------|--------------------------------|--|
| Lidocaína (al 1-2% con o sin ella) | Perros 0.5 mg/kg perineural Gatos 2.5mg/kg perineural | 1-2 hrs | Cualquier intensidad del dolor | Reduce de forma significativa la cantidad de anestesia y analgésicos posquirúrgicos necesarios |
| Lidocaína (infusión continua) | Perros 0.02-0.05 mg/kg/min. IV Gatos 0.025 mg-7kg-7min. IV | 2-4 hrs | Dolor crónico leve a moderado | Reduce la cantidad de anestesia y analgésicos posquirúrgicos necesarios; puede mantener la motilidad gastro-intestinal normal después de una cirugía |
| Bupivacaína (al 0.25-0.5 % con adrenalina o sin ella) | Perros hasta 2mg/kg perineural Gatos hasta 1mg/kg perineural | 2-6hrs | Cualquier intensidad del dolor | Reduce de forma significativa la cantidad de anestesia y analgésicos posquirúrgicos necesarios |
| Mepivacaína (al 1-2%) | Perros hasta 5 mg/kg perineural Gatos hasta 2.5 mg/kg perineural | 2-2.5 hrs | Cualquier intensidad de dolor | Reduce de forma significativa la cantidad de anestesia y analgésicos posquirúrgicos necesarios |
| Ropivacaína (0.5) | Perros Gatos 2mg/kg IV | 2-4 hrs 2.5-6 hrs | Cualquier intensidad de dolor | Reduce de forma significativa la cantidad de anestesia y analgésicos posquirúrgicos necesarios |

Cuadro 6. Indicaciones y dosis recomendadas de los analgésicos locales (William et al., 2001).

3.3.2 Anestesia /Analgésia epidural

Se denomina analgesia epidural (extradural o peridural) al bloqueo de la conducción de la información dolorosa obtenida por el empleo de sustancias analgésicas de distintos tipos, introducidas por medio de agujas o catéteres, cuyo extremo distal se aloja en el llamado espacio epidural. Como tal, es una técnica de analgesia regional (de acción segmentaria, metamérica), que puede extenderse más o menos en función del fármaco y de las dosis empleadas de éste (Mayoral, 1994).

El abordaje del espacio epidural puede ser utilizado en diferentes niveles donde principalmente son utilizados tres puntos: sacrococcígeo, lumbosacro y toracolumbar. La anatomía de la columna vertebral en el perro consta de 7 vértebras cervicales, 13 torácicas, 7 lumbares, 3 sacras, y hasta 20 vertebras

caudales o coccígeas, a excepción de algunas razas que no las presentan o llegan a tener un máximo de 7 como lo son; Bobtail o Viejo Pastor Inglés, Corgi de Pembroke, Perro de ganado australiano, Bulldogs inglés o francés el Boston Terrier, Braco Francés y Perro de Agua Español, ya que si nacen sin cola son llamados “anuros” o sea con ausencia de apéndice caudal o en caso de que nazcan con cola corta se los llama “braquiuros” (Otero y Portela, 2017).

El canal vertebral formado por los forámenes vertebrales se extiende desde el foramen magno hasta la 6ª vertebra caudal. Sobre el piso del canal vertebral, se encuentra el ligamento longitudinal dorsal y la duramadre. En el techo del canal, el ligamento amarillo que se encuentra separado de la duramadre por una delgada capa de tejido graso. A los lados se encuentran los pedículos y forámenes intervertebrales, que constituyen el camino de los nervios espinales para abandonar el canal vertebral (Otero y Portela, 2017). (Figuras 8 y 9)

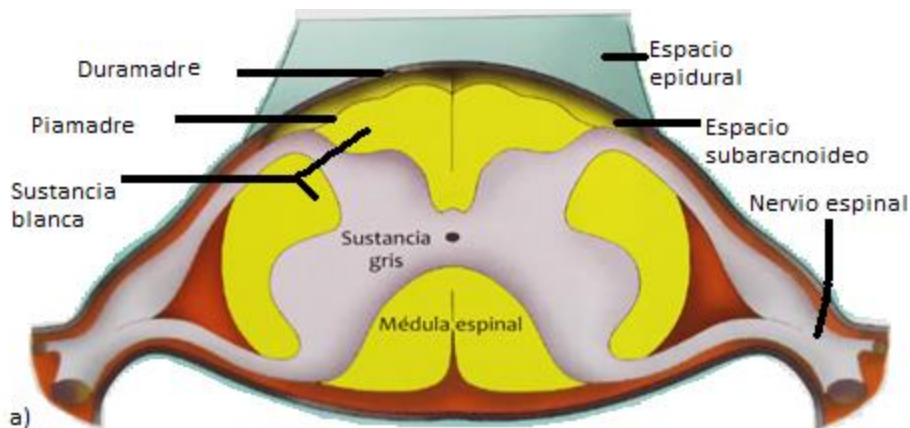


Figura 8. a) Corte transversal de la zona de la médula espinal en la que se observa las divisiones entre los espacios epidural y subaracnoideo (Duke, 2017).

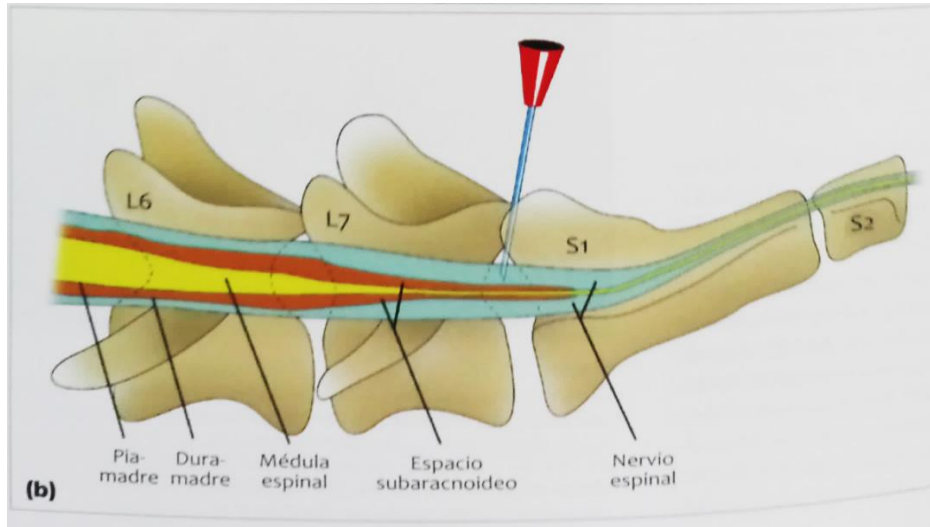


Figura 9. b) corte sagital de la zona lumbosacra que ilustra la colocación de la aguja en el espacio epidural. (Duke, 2017)

De cada segmento de la médula emergen las raíces dorsal y ventral de forma bilateral; cada raíz llega al foramen intervertebral donde se unen y formarán el nervio espinal correspondiente al espacio vertebral. La cauda equina es el conjunto de nervios formados por las raíces de los segmentos sacros y caudales que se ubican por detrás del cono medular, alrededor del *filum terminale* (Campoy *et al.*, 2012). (Figura 10)

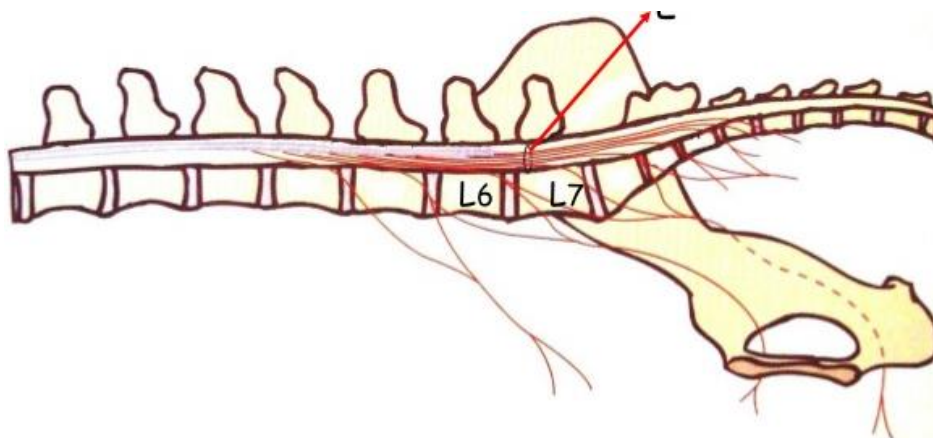


Figura 10. Conjunto de raíces de los nervios sacro y coccígeo que se originan del cono medular y se extienden caudalmente formando un penacho (cauda equina) (Aige, 2002).

La administración de sustancias anestésicas en el espacio epidural provoca la interrupción de la conducción de los impulsos nerviosos en todo tipo de fibras, tanto sensitivas, motoras y vegetativas. El bloqueo de los impulsos en las fibras vegetativas suele ser el causante de la mayor parte de los efectos secundarios de la técnica (Mayoral, 1994).

En principio, cuanto más fina sea la fibra, y por tanto, mayor superficie en relación a su volumen tenga, más sensible será a los efectos del anestésico. Las fibras más finas son las vegetativas, seguidas de las de la sensibilidad térmica, la dolorosa, la táctil, la sensibilidad baroceptica, las motoras, y finalmente las de la sensibilidad propioceptiva profunda. Por ello, al depender la acción sobre las fibras vegetativas de concentraciones pequeñas del agente anestésico, serán las primeramente afectadas, y su bloqueo será el último en terminar. También será el bloqueo de más extensión. Por el contrario, los bloqueos motores, son tardíos y de menor duración que los sensitivos. Las fibras vegetativas que salen de la médula pertenecen al sistema nervioso simpático (SNSi). Estas fibras salen por las raíces anteriores de los nervios raquídeos T1 a LII, llegan a las cadenas ganglionares paravertebrales, hacen sinapsis y se extienden luego por todos los órganos. Dependiendo de la extensión del bloqueo nervioso que se haya pretendido, se bloquearán más o menos fibras simpáticas preganglionares, y por tanto, los efectos secundarios tendrán una intensidad mayor o menor (Mayoral, 1994).

Región torácica:

En esta región se encuentran la mayor parte de los eferentes simpáticos, por lo que las acciones cardiovasculares serán tanto más intensas cuanto más extenso sea el bloqueo de estos eferentes, por esta razón casi no se utiliza este tipo de bloqueo (Gil *et al.*, 2012).

Región lumbo-sacra

Al ser el bloqueo simpático de menor extensión, esto permite que permanezca intacta la actividad de los nervios cardiacos, lo que llevara a que se incremente la frecuencia y el volumen en minutos cardiacos que compensará en general la pérdida de las resistencias de los territorios de las extremidades inferiores y pélvicas. El espacio epidural se encuentra entre la duramadre y el periostio de la vértebra. Éste es un espacio virtual con presión negativa, lo que facilitará en cierta forma su localización. Está ocupado por grasa, líquido y unos plexos vertebrales. Debajo del espacio epidural se encuentra el espacio subdural, ocupado por líquido cefalorraquídeo; En el perro la médula espinal termina en L6-L7 (Gil *et al.*, 2012).

El procedimiento se realiza tras anestesiarse al animal o sedarlo profundamente, se coloca a éste en decúbito esternal, o lateral según sea el caso, con flexión rostral forzada de las extremidades posteriores. Se realiza el rasurado de la zona: un cuadrante que abarque desde L6-sacro y las dos alas del ilion. Se desinfecta la zona a puncionar de forma quirúrgica, es recomendable la utilización de guantes estériles y la mayor esterilidad posible. El lugar de inyección más recomendable es L7-S1, ya que aquí es bastante fácil y el saco dural en la mayoría de los perros acaba más cranealmente. En los gatos hay algo de espacio subdural en esta localización pero es bastante inapreciable. Las referencias a tener en cuenta son las dos alas del ilion como eje transversal y la apófisis espinosa de L6, L7 y el borde dorsal del sacro, como eje longitudinal. El espacio lumbosacro reside bajo una depresión que se palpa justo cranealmente a la primera apófisis espinosa del sacro y ligeramente caudal a la apófisis espinal. Una vez localizado el espacio, se pincha con la aguja espinal o Tuohy en ángulo de 90° con respecto a la piel justo en el centro de la depresión del espacio lumbosacro, (Figura 11) con el bisel orientado cranealmente. Una vez que se atraviesa la piel, hay una resistencia marcada en el ligamento amarillo (como un chasquido), avanzando la aguja hasta llegar al suelo de la vértebra, una vez aquí se retira el

fiador y retirando la aguja despacio hasta notar una pérdida de resistencia total (Mckelvey y Hollingshead, 2003; Otero y Pórtela, 2017).

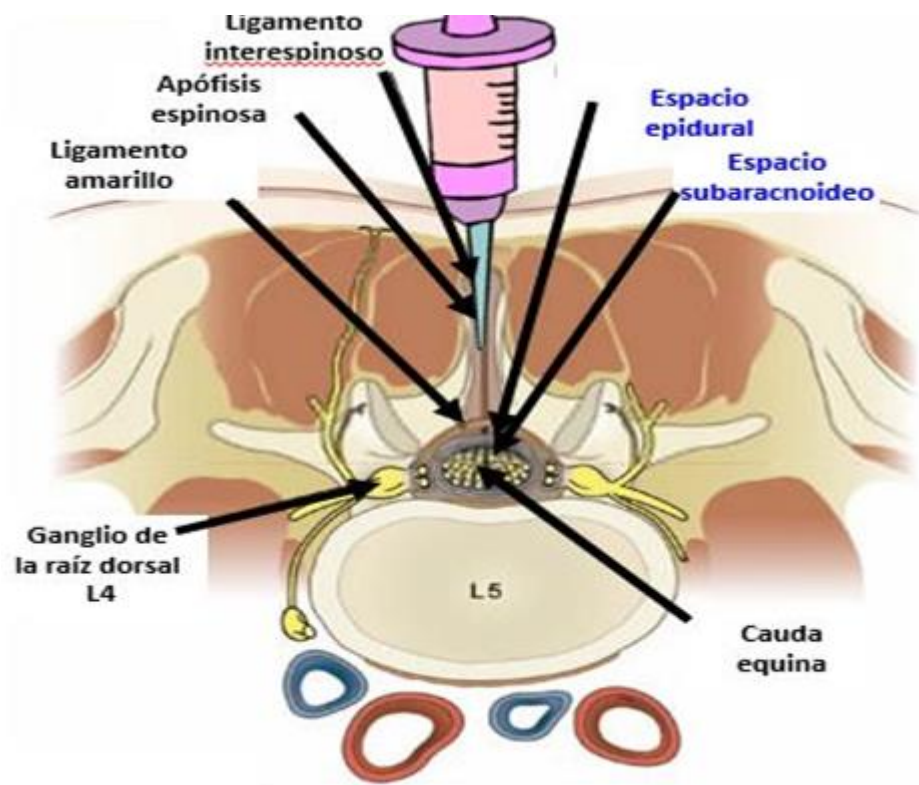


Figura 11. Planos anatómicos en la punción a nivel epidural (William et al., 2001)

Hay dos técnicas claras para asegurarse del correcto posicionamiento de la aguja. a) La pérdida de resistencia: Se suele realizar con una jeringa estéril de baja resistencia de 5cc, inyectando aire para comprobar que no hay resistencia. Es un método muy útil ya que así se dilata un poco el espacio para la mejor inyección del anestésico, posteriormente. b) La gota en suspensión: Se trata de colocar una gota de solución salina en el cono de la aguja y observar cómo se succiona al entrar en espacio epidural. Cuando la aguja está colocada correctamente, se sujeta con una mano mientras que con la otra se inyecta el anestésico muy lentamente comprobando en todo momento la falta de resistencia. En el caso de salida de sangre al retirar el fiador, se saca la aguja y se repite otra vez toda la técnica con el fin de evitar la inyección del fármaco en torrente sanguíneo (Mckelvey y Hollingshead 2003, Otero y Pórtela 2017).

El volumen a administrar depende del peso del paciente y de lo craneal que se quiera llegar con la analgesia. Así por ejemplo, con un volumen de 0.2 ml/kg de lidocaína se permite un bloqueo hasta L2-L3 aproximadamente. Con un volumen de 0.3 ml/kg se puede llegar hasta T13-L1 aproximadamente. Más volumen no es recomendable porque se puede producir parálisis respiratoria. Será de vital importancia la administración de fluidoterapia antes, durante y después de la epidural para prevenir hipotensiones marcadas. Debido al bloqueo simpático se produce una vasodilatación por atonía vascular, con disminución del retorno venoso y por tanto hipotensión. Otra técnica de epidural es la colocación de un catéter epidural (Figura 12) para un control continuo del dolor. Se usa una aguja de Tuohy para insertarlo (William *et al.*, 2001, Mckelvey y Hollingshead, 2003).

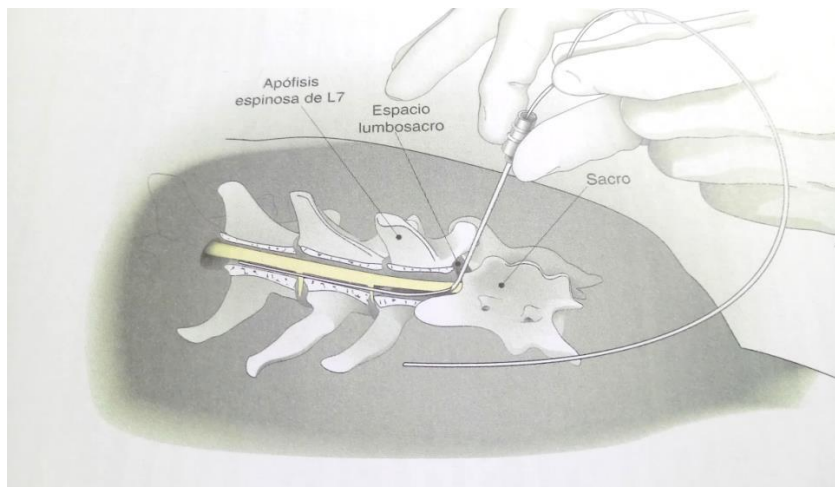


Figura 12. Puntos anatómicos para la colocación de un catéter epidural (William *et al.*, 2001)

Una vez insertada la aguja como si fuera una espinal normal, se inserta un fiador para direccionar correctamente el catéter y se avanza éste hasta 1 o 2 vértebras cranealmente. Una vez situado el catéter se fija a la piel mediante sutura. Los anestésicos más usados en la práctica clínica son los anestésicos locales y los opiáceos (William *et al.*, 2001) (Cuadros 7 y 8).

| ANESTÉSICO | DOSIS | EXTENSIÓN DEL BLOQUEO | LATENCIA (minutos) | DURACIÓN (horas) |
|-------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------|--|
| Lidocaína al 2% | 0.22 ml/kg | Bloqueo hasta L1 | 5 - 15 | 1 – 1.5 s/epinefrina 1.5 – 2 c/epinefrina |
| Lidocaína al 2% | 0.31 ml/kg | Bloqueo hasta T12 | 5 - 15 | 1 – 1.5 s/epinefrina 1.5 – 2 c/epinefrina |
| Lidocaína al 2% | 1 ml/4.5 kg | Bloqueo hasta L1 | 5 - 15 | 1 – 1.5 s/epinefrina 1.5 – 2 c/epinefrina |
| Lidocaína al 2% | 1 ml/3.5 kg | Bloqueo hasta T9 | 5 - 15 | 1 – 1.5 s/epinefrina 1.5 – 2 c/epinefrina |
| Lidocaína al 2% | 0.5 – 0.8 ml/cm LOC | Bloqueo hasta L1 | 5 - 15 | 1 – 1.5 s/epinefrina 1.5 – 2 c/epinefrina |
| Lidocaína al 2% | 1 ml/cm LOC | Bloqueo hasta T9 | 5 - 15 | 1 – 1.5 s/epinefrina 1.5 – 2 c/epinefrina |
| Lidocaína al 2% | 3 – 5 mg/kg | Bloqueo hasta L1 | 5 - 15 | 1 – 1.5 s/epinefrina 1.5 – 2 c/epinefrina |
| Bupivacaína 0.5% | 1 – 2.5 mg/kg | Bloqueo hasta L1 | 10 - 20 | 4 – 6 s/epinefrina 4 – 6 c/epinefrina |
| Bupivacaína 0.5% | 3.31 ml/kg | Bloqueo hasta T12 | 10 - 20 | 4 – 6 s/epinefrina 4 – 6 c/epinefrina |
| Mepivacaína 2% | 3 – 4.5 mg/kg | Bloqueo hasta L1 | 5 - 10 | 1.5 – 2 s/epinefrina |
| Ropivacaina 0.5% | 0.8 ml/cm LOC | Bloqueo hasta L1 | 10- 20 | 2-4 s/epinefrina |
| Ropivacaina 0.5% | 1.2 ml/cm LOC | Bloqueo hasta T 9-5 | 10-20 | 2-4 s/epinefrina |
| Lidocaína + Bupivacaina | 2 mg/kg 1mg/kg | Bloqueo hasta T 11 | 10-20 | 4-6 s/epinefrina |

Cuadro 7. Dosis de anestésicos locales para administración vía epidural en caninos (Otero P, 2017).

| ANESTÉSICO | DOSIS | VOLUMEN A INSTILAR (ml/kg) | LATENCIA (minutos) | DURACIÓN (horas) |
|-----------------|-------------------|----------------------------|--------------------|------------------|
| Morfina | 0.1 mg/kg | 0.13 – 0.26 | 30 - 60 | 10 - 24 |
| Meperidina | 0.5 – 1.5 mg/kg | 0.2 – 0.26 | 10 - 30 | 5 – 20 |
| Fentanilo | 1 – 5 µg/kg | 0.26 | 15 – 20 | 3 – 5 |
| Sufentanilo | 0.7 – 1 µg/kg | 0.26 | 10 – 15 | 1 – 4 |
| Butorfanol | 0.25 mg/kg | 0.26 | 10 – 20 | 3 – 4 |
| Xilacina | 0.02 – 0.25 mg/kg | 0.26 | 20 – 30 | 2 – 5 |
| Dexmedetomidina | 1 – 2 µg/kg | 0.26 | 20 – 30 | 1 – 8 |

Cuadro 8. Dosis de analgésicos para administración vía epidural en pequeños animales (Otero P, 2017).

3.4 ÍNDICE DE NOCICEPCIÓN (PTA)

La nocicepción se trata de un término complejo que puede referirse tanto a las técnicas empleadas para su medición como para indicar el procesamiento de información generada por nociceptores del cuerpo a través del SNC y periférico. Los nociceptores son terminaciones nerviosas no especializadas. El dolor se obtiene del resultado del procesamiento de las señales nociceptivas por el SNC, por lo que se puede tener nocicepción con ausencia de dolor. El sistema nociceptivo está dividido en dos fases: la aferente y eferente. La primera se encarga de captar y transmitir el estímulo desde cualquier nivel de la periferia (porción sensitiva). Por otro lado, la fase eferente emite una respuesta poniendo en marcha los mecanismos de adaptación necesarios (motora). La gran mayoría de nociceptores son neuronas que responden a un estímulo y envían la información al SNC. Se pueden diferenciar dos tipos: las neuronas con axones sin mielina (fibras C) y las neuronas con axones mielínicos (fibras A δ). Las neuronas con axones amielínicos se encargan de transmitir más lentamente estímulos como los térmicos, mecánicos o químicos mientras que los mielínicos de transmitirlos rápidamente (Mckune *et al.*, 2015, Boselli *et al.*, 2015).

La monitorización de la analgesia depende del equilibrio continuo entre la nocicepción y la antinocicepción. El índice PTA ha sido desarrollado por la empresa *Metrodoloris Medical Systems* que permite aportar información de la evaluación de la nocicepción aguda y el dolor. Este método de evaluación está basado en una información cuantitativa que en base a los valores que refiere el paciente una vez que se enfrenta a la estimulación nociceptiva y junto al electrocardiograma procesado a tiempo real generan dicho valor (NRC,2009).

El monitor utiliza un sistema con clips de cocodrilo aplanados (Figura 13) unidos a la piel, los clips se humedecen gel (electro conductible) para mantener el contacto eléctrico; éstos se colocan en el brazo derecho (rojo) y el izquierdo (amarillo) ubicados al nivel del olécranon respectivamente, la pierna derecha (negro) colocado sobre los ligamentos patelares en el aspecto craneal de la extremidad posterior derecha.

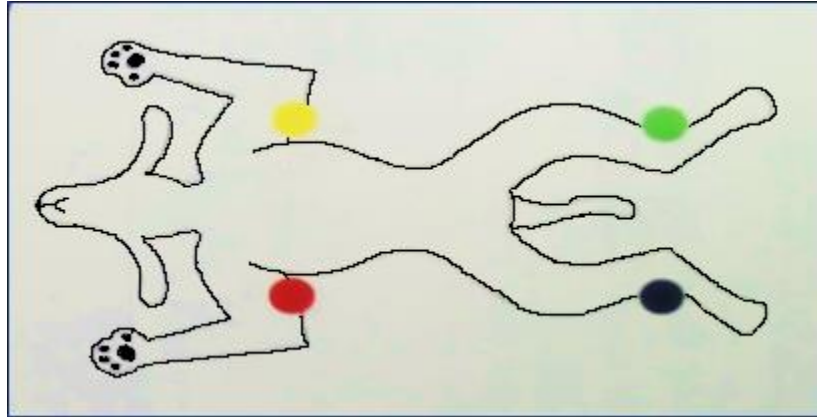


Figura 13. Derivación de electrodos y su posición (Ynaraja, 2012).

En la dependencia respiratoria, la variabilidad del ritmo cardíaco dependiente de la respiración (VRS), durante el ciclo respiratorio existe una variación de la frecuencia cardíaca mediada por aferencias (neuronas de recepción) que traducen la distensión alveolar y que a través del núcleo del tracto solitario del bulbo raquídeo, llegan al nódulo sinusal cardíaco (Boselli *et al.*, 2015). Esta variabilidad traduce la respuesta del sistema nervioso autónomo (SNA), ya que aumenta bajo predominio parasimpático y disminuye en el caso de la respuesta simpática. Este fenómeno fisiológico se conoce como arritmia sinusal respiratoria (ASR) y hace que cada ciclo respiratorio se asocie a un aumento de la frecuencia cardíaca de origen vagal (Figura 14). Así, durante la inspiración se acorta el intervalo entre las ondas R (RR) (Ynajara y Montoya, 2012).

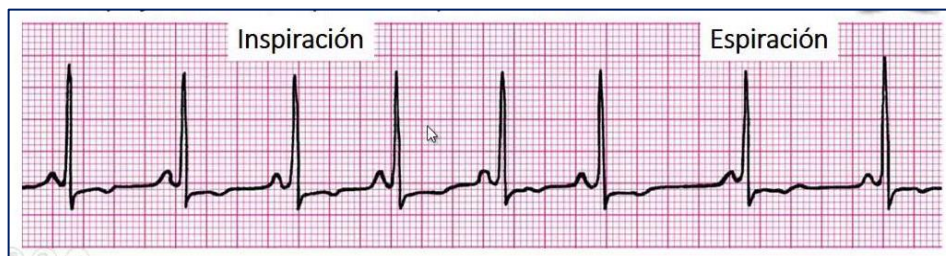


Figura 14. Arritmia sinusal respiratoria en inspiración y espiración (Ynaraja, 2012).

Este fenómeno en el electrocardiograma es unidimensional; el acortamiento RR, se puede hacer bidimensional si se registran series de RR mas continuas. Esto puede verse influenciado durante la inspiración donde la frecuencia cardíaca

aumenta mientras que durante la espiración disminuye. El monitor (PTA) se basa en la influencia del ritmo respiratorio en la VRS que es mayor cuando hay un alto tono parasimpático. La señal electrocardiográfica (ECG) es digitalizada a 250 Hz, y así el monitor detecta y calcula los intervalos RR (Boselli *et al.*, 2015). (Figura 15)

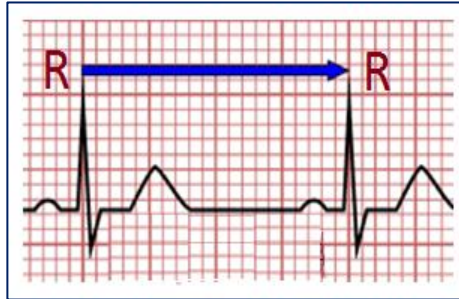


Figura 15. Intervalo RR en la inspiración (Ynaraja, 2012).

La serie RR se marca en tiempo real utilizando un sistema no lineal de algoritmo de eliminación de artefactos que evita la medición inexacta inducida por estas series. Después de la eliminación de estos datos, las series RR se repiten a una señal de 8 Hz y se normalizan utilizando la norma vectorial de la serie RR durante 64 segundos para tener una compatibilidad. El recalculado del intervalo RR es el promedio de las series RR calculada y normalizada que pasa por señales de 0.15 Hz a 0.5 Hz permitiendo el análisis de la alta frecuencia de la variabilidad cardíaca, es decir, de la influencia de arritmia sinusal respiratoria en la serie RR que corresponde al tono parasimpático del paciente. Así, la amplitud de la serie RR normalizada y recalculada es entre 0 y 0.2 (unidad normalizada) (De Jonckheere *et al.*, 2015).

El tono parasimpático es evaluado calculando el área bajo el RRhf de los valores de la curva de serie que se muestran en la amplitud de la serie RR normalizada y filtrada es entre 0 y 0.2 (unidad normalizada). El tono parasimpático se evalúa calculando el área bajo el RRhf los valores de la curva de serie se muestran en la Figura 16.

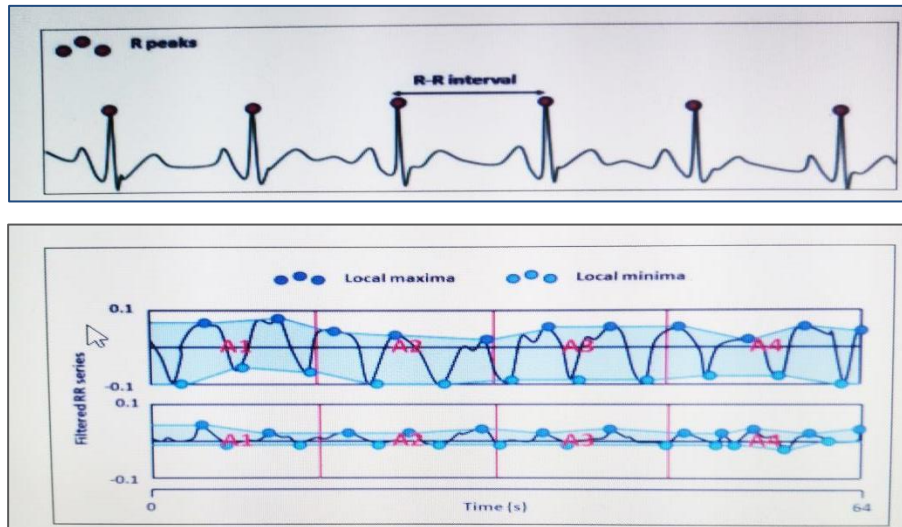


Figura 16. Medición de trazos y filtros normalizados (línea continua) en equilibrio nocicepción / antinocicepción, midiendo la influencia de la respiración en la serie RR y proporcional al tono parasimpático (De Jonckheere et al., 2015)

Por otra parte, el monitor PTA detecta los mínimos y máximos locales, así como las áreas A1, A2, A3 y A4, (Figura 16) que se miden entre la parte superior e inferior en cada espacio de 16 segundos. El área mínima bajo la curva (AUCmin) es $AUCmin = \min(A1, A2, A3, A4)$. Por tanto, el índice PTA se calcula basado en la siguiente fórmula: $PTA = (100 * [\alpha * AUCmin + \beta] / 12.8) * 100/161$, donde $\alpha = 5.1$ y $\beta = 1.2$ han sido en el contexto de los efectos visuales de la respiración influencia en la serie RR y la medición cuantitativa de; $100 / 12.8$ y $100/161$ que son coeficientes determinados para obtener valores de PTA entre 0 y 100, con $100/161$ siendo específico para el perro.

El monitor PhysioDoloris® muestra continuamente una medición promedio PTA realizado durante los 4 minutos previos. Los valores de PTA se puntúan entre 0 y 100: un valor de 100 corresponde a un tono parasimpático máximo que puede correlacionar con la ausencia de nocicepción; por el contrario, un valor de 0 que es un aumento del tono simpático y puede estar asociado con analgesia y nocicepción inadecuadas (De Jonckheere *et al.*, 2015) (Figura 17).

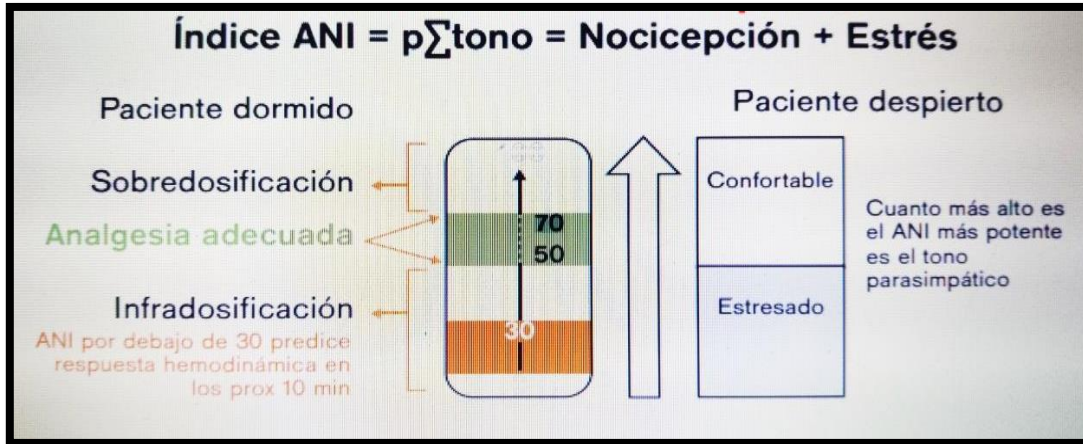


Figura 17. Interpretación de índice ANI en humanos o PTA en animales (Metrodoloris, Lille, Francia, 2018).

Es decir que este fenómeno es el que traduce el monitor (ANI) de uso humano (Metrodoloris, Lille, Francia) que a través de unos algoritmos transforma dicha variabilidad en cifras y tendencias tiene como interpretación:

- Valores 70-100: sobredosificación de analgesia con opioides.
- Valores 50-70: analgesia adecuada para inhibir la respuesta hemodinámica.
- Valores 50-0: posible respuesta hemodinámica en los próximos minutos secundaria a analgesia insuficiente (Szental *et al.*, 2015).

Sin embargo, esta escala tiene adecuaciones en el ámbito de la anestesiología veterinaria, siendo las diferencias determinadas en los valores 0-50. De este modo, en perros los parámetros de 40-50 sugieren dolor leve a moderado y de 0-40 un dolor severo. Mientras que en gatos y caballos el dolor leve se evalúa entre 30-50, por lo que el dolor severo se localizará entre 0-30. (Figura 18).

Así uno de los posibles usos, es que la monitorización de la nocicepción posibilita la titulación de los fármacos en el intraoperatorio para bloquear la respuesta al estímulo nociceptivo y predecir el dolor postoperatorio (Szental *et al.*, 2015; Boselli *et al.*, 2015).




| | | | | | |
|---|-------------------------|---|-------------------------|---|-------------------------|
|  | |  | |  | |
| 100-50 | ZONA DE CONFORT | 100-50 | ZONA DE CONFORT | 100-50 | ZONA DE CONFORT |
| 50-40 | DOLOR LEVE, MODERADO | 50-30 | DOLOR LEVE, MODERADO | 50-30 | DOLOR LEVE, MODERADO |
| 40-0 | DOLOR SEVERO | 30-0 | DOLOR SEVERO | 30-0 | DOLOR SEVERO |

Figura 18. Escalas de nocicepción en animales (Metrodoloris, Lille, Francia, 2018)

Aunque el monitor es de ayuda para mantener una buena anestesia y analgesia equilibrada durante el perioperatorio, esto, no asegura la falta del dolor en el postoperatorio por lo que hay que prevenir esta respuesta y disminuir su presentación. Algunos otros factores que pueden modificar el valor obtenido por el monitor son apnea, ciclo respiratorio menores a (8 ciclos / min), patologías cardiacas, patologías respiratorias o drogas (atropina, epinefrina, adrenalina, vasopresores) que alteran la regulación del SNA, incluso aquellos simpaticolíticos (Romifidina, Medetomidina, Dexmedetomidina) que aumentan el índice PTA. Otra variación a considerar es las razas braquicéfalas pues presentan un alto índice vagal (Boselli *et al.*, 2015; Mansour *et al.*, 2017).



Figura 19. Monitor PTA (Parasympathetic Tone Activity) (Metrodoloris, Lille, Francia, 2018)



Figura 20. Monitor PTA selección de especie y tamaño (Parasympathetic Tone Activity) (Metrodoloris, Lille, Francia, 2018)

La página de inicio muestra 3 especies: el gato, el perro (talla chica, talla grande) y el caballo. Haciendo clic en la imagen de la especie deseada se genera el valor en los intervalos R-R de cada especie y valor del PTA estimado.

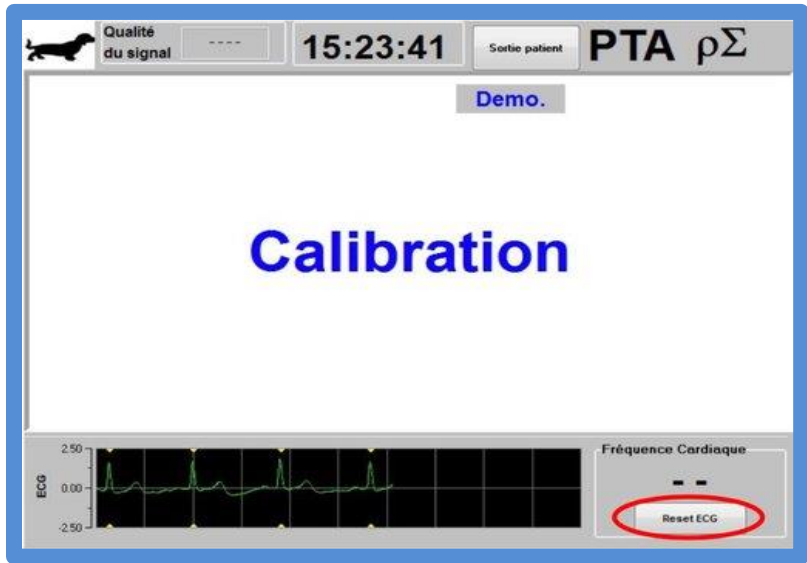


Figura 21. Monitor PTA calibración (Parasympathetic Tone Activity) (Metrodoloris, Lille, Francia, 2018)

Una vez que se selecciona la especie, el monitor muestra la página principal que anuncia "Calibración" en la pantalla central. Esta señal permite la calibración automática de la adquisición de la señal del ECG del paciente. Verificando la calidad del trazado del ECG en la parte inferior de la pantalla, (Figura 22) esperando que la calidad de la señal sea la satisfactoria para el procedimiento.

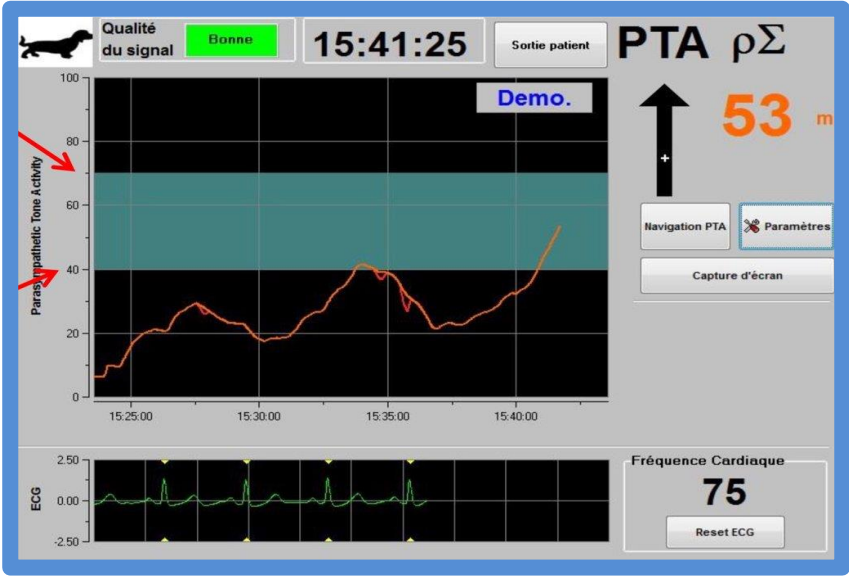


Figura 22 Monitor PTA (Parasympathetic Tone Activity) (Metrodoloris, Lille, Francia, 2018)

La zona verde correspondiente a los valores de umbral determinados del PTA según la especie. (Figura 23)



Figura 23. Monitor PTA gráficas y valores (Parasympathetic Tone Activity) (Metrodoloris, Lille, Francia, 2018)

El índice de energía corresponde a la potencia espectral total del SNA. Cuando el valor del índice de energía varía abruptamente, significa que la PTA calculada en este preciso momento no es significativa del valor del tono parasimpático del paciente. El índice de Energía no se refiere a una noción de la energía del paciente o del sistema nervioso parasimpático, sino a un estándar de la señal de ECG adquirida por el monitor de la PTA.

4 OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el dolor intraoperatorio mediante la actividad del tono parasimpático (PTA) en perras sujetas a la ooforosalingohisterectomía (OSH) electiva, con un bloqueo epidural de lidocaína y fentanilo

Objetivo particular

Correlacionar la presión arterial no invasiva y la frecuencia cardíaca con el índice PTA en perras sujetas a la OSH electiva, con un bloqueo epidural de lidocaína y fentanilo

5 HIPÓTESIS

La administración epidural de lidocaína con fentanilo aunado a un estado de anestesia general disminuirá la percepción del dolor en perras sometidas a OSH electiva durante el intraoperatorio.

6 JUSTIFICACIÓN

La nocicepción y su manejo o posible control, cada día evoluciona en cuanto a la prevención y esto es gracias a la gran cantidad de estudios basados en el dolor post – quirúrgico en procedimientos como toracotomía, mastectomía radical, amputación de extremidades o cirugías ortopédicas, entre otras (Ferrándiz, 2015) o bien sea por caracterizar y categorizar el dolor que generalmente experimenta un paciente producto de alguna patología específica (Fernández y Gómez, 2011; Ganong, 2006).

Es entonces, cuando este tipo de estudios han beneficiado a médicos y anestesiólogos veterinarios en su práctica profesional ampliando las técnicas de una buena combinación de anestesia/analgesia para un procedimiento quirúrgico sea cual sea, ya que esto va ligado al bienestar de cada paciente, por lo que en consecuencia se evitaría el sufrimiento innecesario y que como ya fue explicado en la introducción del presente documento, si existe un mayor índice de bienestar se pueden obtener mejores parámetros fisiológicos durante el post - operatorio, además de una pronta recuperación sin llegar a producir ansiedad o miedo en los pacientes, por lo que éstos expresarían una conducta normal (Ferrándiz 2015, Wolf 1996).

Para ello, en el presente trabajo se propone la utilización del monitor PTA (MDMS) para evaluar el dolor quirúrgico durante un procedimiento electivo como lo es la OSH, ya que mediante un algoritmo utilizado específicamente para perros con un alto criterio sensitivo en base a la actividad del tono parasimpático se puede medir el dolor, para que en su caso, éste valor sea correlacionado con la medición de la presión arterial no invasiva (PNI) y FC (como indicadores hemodinámicos) , esto bajo el efecto de la anestesia general y analgesia epidural dada por una mezcla de lidocaína y fentanilo. De esta manera, se esperan obtener valores cuantitativos que aporten una herramienta más de apoyo a los médicos veterinarios en su práctica profesional lo que se espera se traduzca en una disminución de fármacos enviados a casa en un mayor bienestar animal durante la convalecencia (Boselli *et al.*, 2015; De Jonckheere *et al.*, 2015).

7 MATERIALES Y MÉTODOS

Material Físico

Catéter estéril intravenoso (IV) calibre 22 G X 1 (0.90 X 25 mm)⁽³⁰⁾

Equipos de venoclisis estéril con normogotero.

Solución salina fisiológica (SSF)

Cánula orotraqueal con globo de neumotaponamiento del calibre que requiera la paciente (5.0-8.0)

Estetoscopio

Termómetro esofágico

Aguja tuohy estéril de calibre 18 – 20G con una longitud de 50 – 75 mm

Monitor multiparámetros UBEX modelo VS2000V

Monitor PTA (MDMS)

Jeringas estériles de 1ml con aguja 27Gx13mm y de 3 ml aguja 23Gx25mm.

Torundas con alcohol

Tela adhesiva

Material químico

Clorhidrato de Dexmedetomidina en dosis de 90 mcg/m² IV (Mayoral, 1994)

Tiletamina – Zolacepam en dosis de 1 – 2 mg/kg IV (Mckelvey y Hollingshead, 2003; Otero y Pórtela, 2017).

Lidocaína (2 mg/kg) (Jeff, 2013, Otero y Pórtela, 2017).

Fentanilo (3 mcg/kg) (Gil *et al.*, 2012)

Material Biológico

Se utilizaron 15 perras, sin restricción de raza con edad de 3.5 ± 1 año y en peso de 7.5 ± 5 kg, clínicamente sanas, las cuales fueron sometidas a ooforosalingohisterectomía electiva.

El presente estudio observacional se realizó en la clínica veterinaria Can & Cat ubicada en calle 5 #368, Col. Profesor Cristóbal Higuera, municipio de Atizapán de Zaragoza, Estado de México, bajo la guía y supervisión de los tutores, con pacientes propios de la clínica.

MÉTODO

Los métodos para el reconocimiento de la intensidad de dolor usados en animales son adaptaciones de escalas usadas en la medición de dolor en humanos como lo es el monitor ANI. Para este estudio se utilizó el monitor (PTA) que está basado en animales (Figura 19).

Durante la preparación de los pacientes previo al acto quirúrgico fue realizado un examen físico general y exámenes de laboratorio (hemograma, examen general de orina, química sanguínea de 12 elementos) como parte de la evaluación preanestésica, utilizándose sólo a los animales clasificados por la Sociedad de Anestesiólogos Americanos (ASA), en la categoría de riesgo anestésico I (Anestecilogía, 2017).

Todos los datos obtenidos durante el examen clínico y evaluación preanestésica fueron registrados en la hoja de identificación del animal (Anexo 1).

Al paciente se le realizó la tricotomía en forma de anillo en la zona del antebrazo desde el codo hasta los carpos en ambos lados; del mismo modo, en la zona abdominal desde el proceso xifoides hasta las ingles con amplitud de 12-15 cm, las rodillas y en la región lumbosacra desde la última vértebra lumbar y la primera sacra con amplitud de 6 cm. (Campoy *et al.*, 2012; Ruiz y Hernández, 2016).

Al cabo de diez minutos posteriores a las tricotomías el paciente es ingresado al área de preparación, donde se realizó la cateterización del mismo con catéter estéril intravenoso (IV) calibre 22 G X 1 (0.90 X 25 mm) en la vena cefálica por la que se perfunde solución salina fisiológica (SSF) (Figura 24) a una velocidad de 15 ml / kg / hora durante el procedimiento (Jeff, 2013).



Figura 24. Cateterización de la vena.

Los pacientes recibieron como pre – anestésico Clorhidrato de Dexmedetomidina en dosis de 90 mcg/m² IV (Mayoral, 1994) (Figura 25)



Figura 25. Dexdomitor (Zoetis, S.R.L 2018)

La inducción del plano anestésico se realizó con Tiletamina – Zolacepam en dosis de 1 – 2 mg/kg IV (Mckelvey y Hollingshead, 2003; Otero y Pórtela, 2017) a un cuarto de la dosis (Figura 26) para manejo del bloqueo epidural y sondeo orotraqueal.



Figura 26. Zelazol © copyright 2013, (Zoetis, S.R.L, 2018)

Una vez que se observó el efecto del fármaco, se dio posición al paciente en decúbito esternal para colocar una cánula orotraqueal (Figura 27-30) con globo de neumotaponamiento.

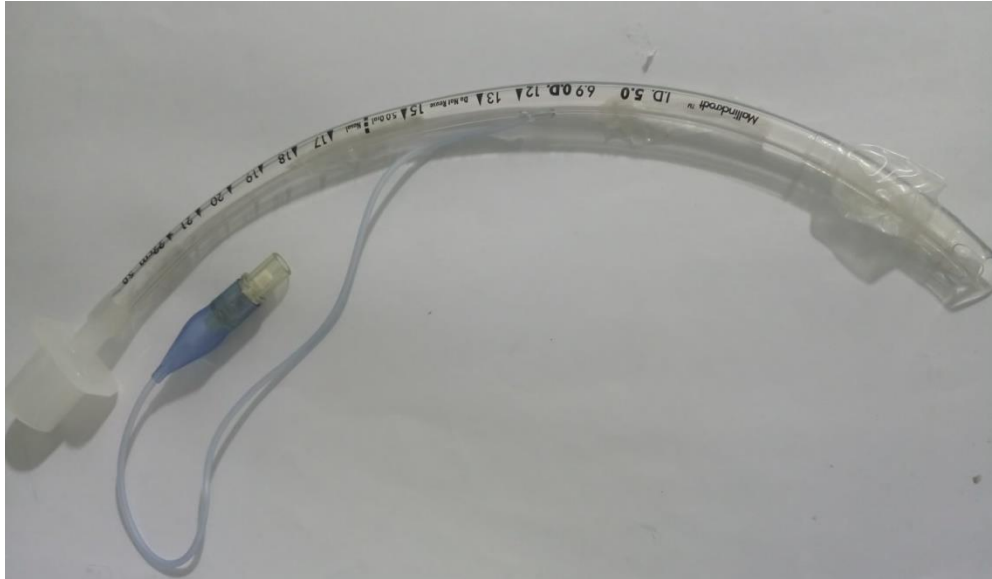


Figura 27. Tubos endotraqueales de polipropileno con globo de neumotaponamiento.



Figura 28. Sondeo orotraqueal a)



Figura 29. Sondeo orotraqueal b)



Figura 30. Sondeo orotraqueal c)

En la posición decúbito esternal con los miembros posteriores extendidos cranealmente, se preparó la zona de punción con solución antiséptica, ubicando el espacio (Figura 31) de administración epidural entre las vértebras L7 y S1.



Figura 31. Ubicación e introducción de la aguja en el espacio epidural.

Para introducir una aguja tuohy de calibre 18 – 20G con una longitud de 50 – 75 mm de forma perpendicular a la piel sobre línea media dorsal, (Figura 32)

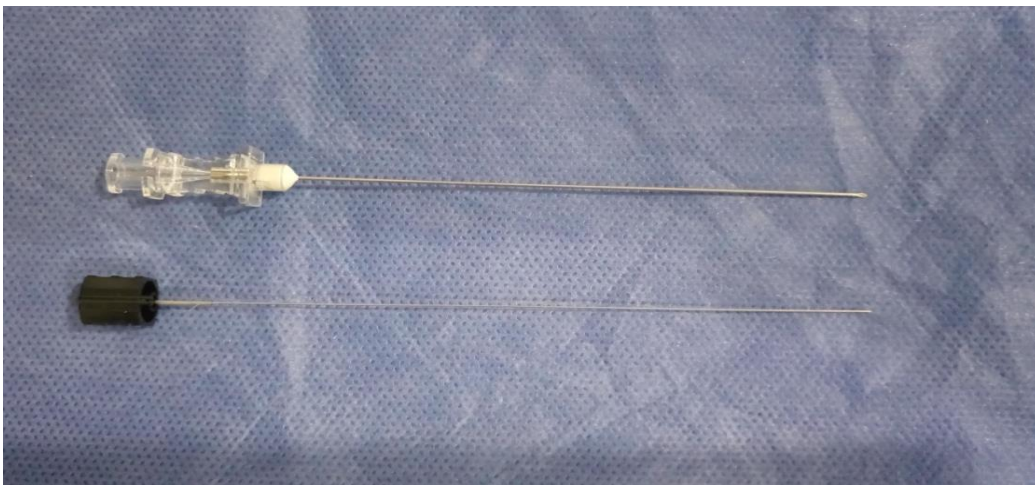


Figura 32. Aguja Tuohy

Teniendo cuidado de que el bisel se dirija cranealmente y avanzando de forma suave y perpendicular al eje (Mckelvey y Hollingshead, 2003) hasta atravesar el ligamento amarillo para que posteriormente se administre lentamente la combinación de lidocaína (2 mg/kg) y fentanilo (3 mcg/kg) (Mckelvey y Hollingshead, 2003). (Figuras 33 y 35)

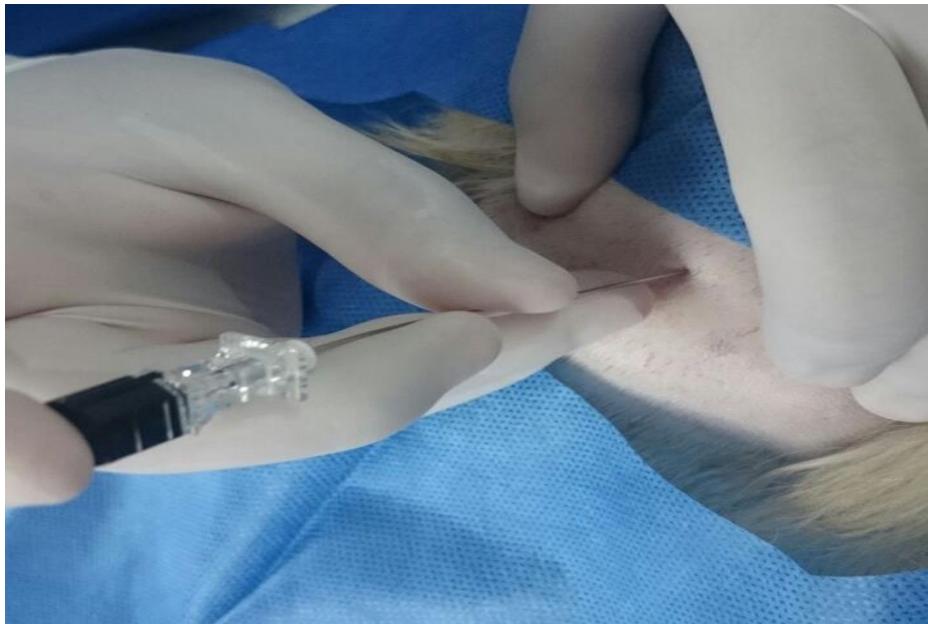


Figura 33. Ubicación e introducción de la aguja en el espacio epidural.

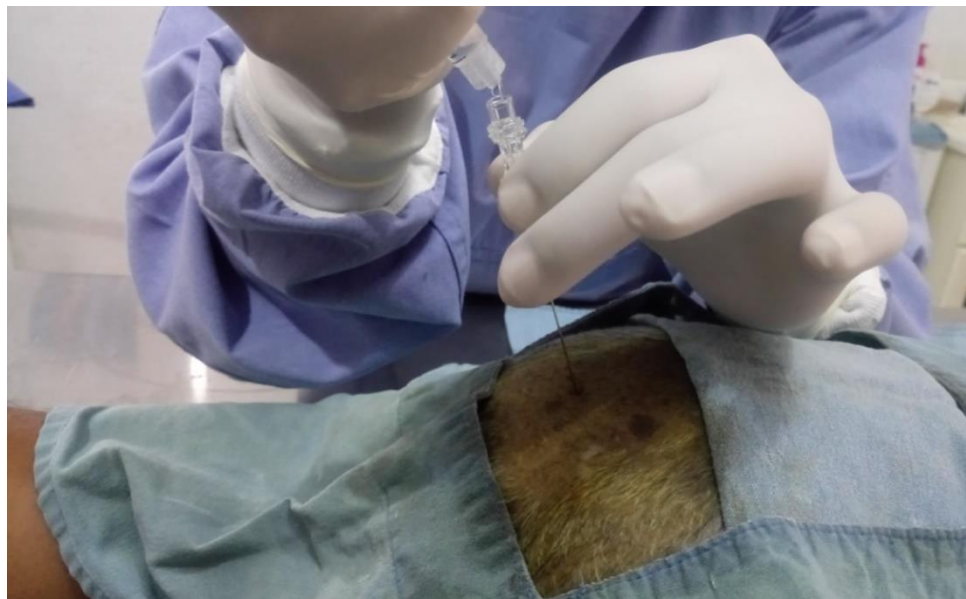


Figura 34. Se coloca una gota de solución salina estéril o de líquido a inyectar en el cono de la aguja; la aspiración del líquido indica la entrada del extremo distal de la aguja en el espacio epidural (Técnica de la gota pendiente).



Figura 35. Administración de los fármacos epiduralmente.

El mantenimiento de la anestesia se realizó con Tiletamina – Zolacepam en dosis de 1 – 3 mg/kg IV (Burzaco y Martínez, 2001; Otero y Pórtela, 2017).

El paciente se colocó sobre la mesa quirúrgica en posición decúbito dorsal con la cabeza más baja que la pelvis; tres miembros se dejan fijos en la mesa y uno queda libre a disposición del anestesiólogo; acto seguido se hizo la colocación de los electrodos de los monitores multiparámetros y PTA (Figura 36).



Figura 36. Colocación alternativa de electrodos para una monitorización del paciente y equipo de control.



Figura 37. Colocación alternativa de electrodos para una monitorización del paciente y equipo de control.

La OSH fue realizada por la técnica descrita por Fossum (2008) donde se colectaron los parámetros registrados durante este estudio (Anexo 2).

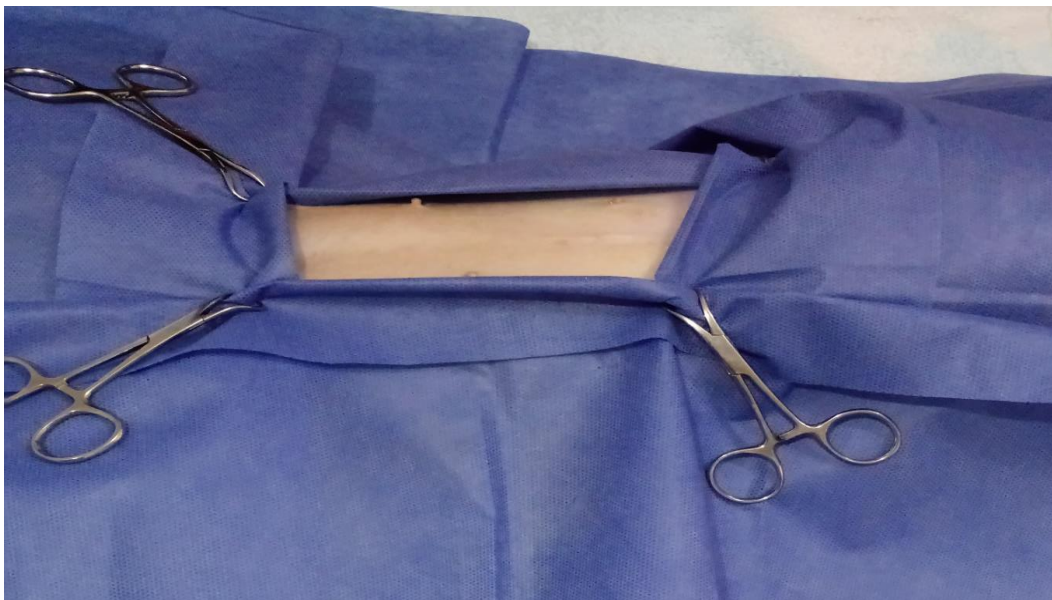


Figura 38. Aplicación de pinzas de campo backhose .

8 Diseño experimental

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) utilizando un diseño completamente al azar para muestras repetitivas, donde previamente se definieron las variables dependientes e independientes del estudio. Al respecto, como efecto de tratamiento fue considerado el índice PTA y la presión arterial media (PAM) bajo la administración conjunta de lidocaína y fentanilo en perras sujetas a OSH electiva. Posteriormente se realizó una comparación múltiple de medias con el método de Tukey ($p < 0.05$) (Steel y Torrie, 1985).

El modelo lineal utilizado fue el siguiente:

$$\hat{Y}_{ij} = \mu + T_i + E_j$$

Donde:

\hat{Y}_{ij} = corresponde a la j -ésima observación de la variable de respuesta (índice PTA) del i -ésimo tratamiento.

μ = media general

T_i = efecto del tratamiento epidural

E_j = error aleatorio

Los resultados obtenidos en las variables presión arterial sistólica (PAS) y presión arterial diastólica (PAD) fueron utilizados para que por medio de un logaritmo matemático fuera calculada la presión arterial media (Steel y Torrie, 1985). El logaritmo utilizado fue:

$$PAM = \frac{PAS - PAD}{3} + PAD$$

Sin embargo, para realizar la correlación de la PAM con el índice PTA, frecuencia cardiaca y frecuencia respiratoria se usó un modelo estadístico por el coeficiente de Pearson de acuerdo al método propuesto por Steel y Torrie (1985), con la siguiente fórmula:

$$r = \frac{n\sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{n\sum x^2 - (\sum x)^2} * \sqrt{n\sum y^2 - (\sum y)^2}}$$

El análisis estadístico fue realizado en el programa STATGRAPHICS Plus para Windows versión 2.1 de The Statistical Graphics Corp. ® (1994 – 1996).

9 Resultados

Los resultados obtenidos en el presente estudio se muestran en tablas y gráficos, por lo que para realizar el análisis comparativo de los datos se presenta la tabla 1. En ella, se puede observar que los valores basales de la FR y FC registrados en los pacientes utilizados en el presente estudio se encuentran por encima de las constantes revisadas en la literatura de referencia. Con respecto, a los promedios obtenidos durante el intraoperatorio se puede comentar que solo la FR se registró con una elevación no significativa, ya que ésta no supera el 20% del valor normal de referencia, sin embargo, éste parámetro incluso tuvo un comportamiento menor al obtenido de manera basal. A partir de éstas observaciones se puede inferir que los pacientes en estudio no tuvieron cambios hemodinámicos relacionados a dolor durante el período intraoperatorio.

Este mismo comportamiento fue observado con la PAS, PAD y por consiguiente con la PAM. En los tres casos se manifestó un incremento superior al 40% del valor basal (referido en la literatura como dolor leve) mismo que será discutido en cuanto a sus causas en el siguiente apartado.

Por el contrario, se puede apreciar una disminución de la temperatura corporal, que se establece como una hipotermia leve. Mientras que en el caso del índice PTA, éste se mantuvo sin cambios de acuerdo a sus valores basales y de referencia, lo que no se correlacionó con el incremento de la PAM.

| Parámetros normales (perro) | | | | Valores promedio obtenidos durante todo el intraoperatorio |
|---|---------|--------------|--------------------------------|--|
| Parámetros | Fórmula | Valor normal | Valor basal dentro del estudio | |
| Frecuencia respiratoria (respiraciones/min) | FR | 10 – 30 | 43 ± 22 | 34 ± 17 |
| Frecuencia cardíaca (latidos/min) | FC | 80 – 120 | 124 ± 38 | 114 ± 32 |
| Temperatura corporal (°C) | T° | 37.5 – 39.2 | 38.5 ± 0.7 | 36 ± 1.7 |
| Presión arterial sistólica (mm Hg) | PAS | 100 – 160 | 120 ± 18 | 176 ± 18 |
| Presión arterial diastólica (mm Hg) | PAD | 60 – 90 | 75 ± 15 | 122 ± 19 |
| Presión arterial media (mm Hg) | PAM | 80 – 120 | 90 ± 17 | 140 ± 18 |
| Índice de la actividad del tono parasimpático | PTA | 50 – 70 | 60 ± 8 | 65 ± 14 |

Tabla 1. Parámetros fisiológicos del perro comparados con los promedios generales obtenidos durante el intraoperatorio de perras sujetas a OSH electiva (Torrente y Bosch, 2012).

En el presente estudio fueron incluidas 15 pacientes bajo los criterios ASA 1, a las que se les realizó una OSH electiva. En la tabla 2 se presentan los datos desglosados por variable de estudio obtenidos a partir de las observaciones realizadas en diferentes momentos del intraoperatorio.

| | FC | | FR | | T° | | PAS | | PAD | | PAM | | PTA | |
|-------------|-----------------------------|----|-----------|----|-----------|-----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|-----------|----|
| | \bar{X} | S | \bar{X} | S | \bar{X} | S | \bar{X} | S | \bar{X} | S | \bar{X} | S | \bar{X} | S |
| Pinzas | 117 | 51 | 28 | 14 | 37.0 | 1.4 | 168 | 29 | 121 | 24 | 137 | 26 | 61 | 9 |
| 1ª incisión | 112 | 27 | 32 | 17 | 36.8 | 1.4 | 179 | 14 | 123 | 12 | 142 | 12 | 57 | 13 |
| ovario der | 117 | 29 | 35 | 15 | 36.6 | 1.8 | 172 | 23 | 118 | 29 | 136 | 25 | 59 | 17 |
| ovario izq. | 112 | 29 | 35 | 18 | 36.4 | 1.8 | 183 | 11 | 130 | 11 | 148 | 10 | 61 | 12 |
| Útero | 113 | 24 | 36 | 18 | 36.2 | 1.8 | 180 | 13 | 126 | 15 | 144 | 13 | 69 | 13 |
| músculo | 109 | 27 | 37 | 16 | 36.0 | 1.8 | 177 | 16 | 123 | 19 | 141 | 17 | 74 | 13 |
| Piel | 116 | 35 | 38 | 19 | 36.1 | 2.1 | 175 | 13 | 116 | 16 | 136 | 13 | 73 | 15 |
| \bar{X} | promedio o media aritmética | | | | | | | | | | | | | |
| S | desviación estándar | | | | | | | | | | | | | |

Tabla 2. Registros de los promedios y desviación estándar de los pacientes estudiados

En la tabla 2 se obtuvo un promedio y una desviación estándar de los datos recabados en las variables de estudio durante el procedimiento quirúrgico, haciendo énfasis en los puntos donde se puede generar dolor. Estos momentos fueron: estímulo nociceptivo en la aplicación de pinzas de campo backhouse, incisión de piel y abordaje quirúrgico relacionado (tejido subcutáneo, aponeurosis muscular y peritoneo), manejo del pedículo ovárico derecho e izquierdo, realización del muñón y corte del cuerpo del útero, durante la reconstrucción de los planos relacionados al tejido subcutáneo, aponeurosis muscular y peritoneo, y finalmente al cierre o sutura de piel.

Por otra parte, en la tabla 3 se muestran los resultados obtenidos en el índice PTA en los diferentes momentos de estudio ya referidos. Esta tabla representa los rangos de confort donde se considera el promedio del índice PTA y su desviación estándar. El valor basal fue de 60 ± 8 , es decir, antes de la aplicación del estímulo nociceptivo. Dentro del intraoperatorio no se evidenció en este parámetro dolor leve o moderado ($P > 0.05$), situación que se comprobó en los diversos momentos de la cirugía, así por ejemplo, durante la aplicación de pinzas de campo se observó un registro de 61 ± 9 ; mientras que durante la incisión de piel, tejido subcutáneo, aponeurosis muscular y peritoneo fue de 57 ± 13 ; al manejo del pedículo del ovario derecho fue de 60 ± 17 ; al abordaje del pedículo ovárico izquierdo fue de 61 ± 12 ; al realizar muñón y corte del cuerpo del útero fue de 69 ± 13 y finalmente durante la reconstrucción de los planos (tejido subcutáneo, aponeurosis muscular y peritoneo) el registro indicó 74 ± 13 ; mientras que al cierre y sutura de piel fue de 73 ± 15 ; cumpliendo así las observaciones de la ausencia de dolor en el trans – operatorio, debido a que el parámetro normal se sitúa entre 50 – 70.

| | Basal | Backhouse | Piel | Ov. Der. | Ov. Izq. | Útero | Plano muscular | Piel |
|---------------------|-------|-----------|------|----------|----------|-------|----------------|------|
| Promedio | 60 | 61 | 57 | 60 | 61 | 69 | 74 | 73 |
| Desviación estándar | 8 | 9 | 13 | 17 | 13 | 13 | 13 | 15 |

Tabla 3. Datos promedio y su desviación estándar del PTA registrado durante el intraoperatorio.

En el gráfico 1 se esquematizan los resultados presentados en la tabla 3 donde se puede observar que no hubo diferencia significativa ($P>0.05$) por lo que los pacientes no manifestaron dolor de acuerdo al índice PTA. Datos que al ser comparados con la literatura puntualizan un estado de confort entre los valores de 50 – 100 y con una analgesia óptima para inhibir la respuesta hemodinámica siendo éste de 50 – 70; por lo que se dictamina que los resultados analizados se encuentran dentro de estos valores de referencia y que indican ausencia de dolor o sufrimiento del paciente durante el intraoperatorio.

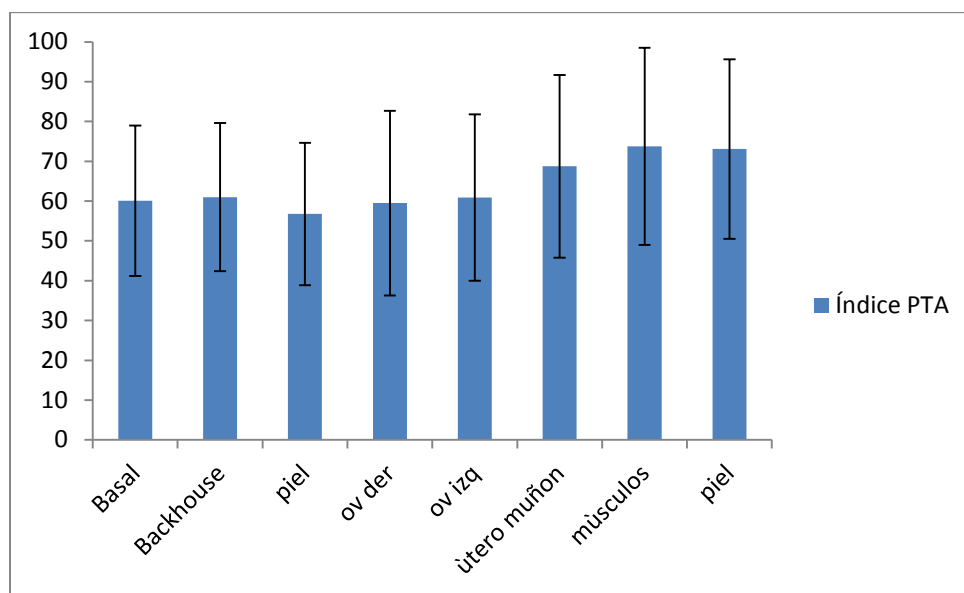


Gráfico 1. Valores promedio del índice PTA en los pacientes estudiados ($P>0.05$).

En la tabla 4 se observa que el índice PTA mantiene una correlación negativa con la FC, y los valores de presión arterial corregida como PAM (-0.106 y -0.190 respectivamente). Por el contrario, con la FR se mide un valor positivo en esta correlación (0.107). Del mismo modo, se puede apreciar que entre la FC y FR existe una relación directamente proporcional de 0.063; situación que se observa también entre la FC y PAM con un índice de 0.118.

| | <i>PTA</i> | <i>FC</i> | <i>FR</i> | <i>PAS</i> | <i>PAD</i> | <i>PAM</i> |
|------------|------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|
| <i>PTA</i> | | | | | | |
| <i>FC</i> | -0.106 | | | | | |
| <i>FR</i> | 0.107 | 0.063 | | | | |
| <i>PAS</i> | -0.108 | 0.075 | 0.096 | | | |
| <i>PAD</i> | -0.215 | 0.129 | 0.035 | 0.784 | | |
| <i>PAM</i> | -0.190 | 0.118 | 0.058 | 0.898 | 0.977 | |

Tabla 4. Correlación de Pearson entre las variables del estudio.

Con respecto al tiempo de duración del bloqueo motor, éste fue de 77 ± 15 minutos en los pacientes estudiados, siendo establecido por el movimiento ejercido al pinzamiento interdigital del miembro posterior ya sea izquierdo o derecho, según la postura tomada por el paciente en el espacio de resguardo post-operatorio.

10 Discusión

La analgesia preventiva tiene como principal objetivo, prevenir la sensibilización central y así de forma secundaria obtener una reducción de los requerimientos anestésicos (Woolf, 1996) además de que la analgesia preventiva mejora el control del dolor y por ende el post-operatorio inmediato. Estas acciones conllevan a que el anestesiólogo veterinario observe una menor depresión cardiopulmonar y una mejor recuperación anestésica (Helleyer, 2002), tal y como se observó en el presente estudio con los pacientes medicados con lidocaína y fentanilo por vía epidural.

Diversos autores han demostrado la eficacia de una pre-medicación para el control del dolor post-operatorio en perros sometidos tanto a cirugía de tejidos blandos (Morgaz *et al.*, 2013) como ortopédicos donde concluyen que el índice de dolor es reducido en el postoperatorio, lo que apoya al presente estudio, ya que la analgesia polimodal utilizada proporcionó una reducción en la incidencia y severidad de los efectos indeseables asociados al uso de estos fármacos por separado, puesto que se utilizaron dosis inferiores de cada uno de los analgésicos con la finalidad de potencializar los efectos terapéuticos.

Si bien la lidocaína vía epidural ha sido usada extensamente en anestesiología, diversos autores (Otero, 2012) describen secuelas relacionadas con la anestesia epidural y el uso de lidocaína, ya sea con catéteres espinales (Rigler *et al.*, 1991) o como dosis única. Las complicaciones varían desde el dolor lumbar transitorio a la paresia o parálisis permanente y disfunción autonómica sacra (Gutiérrez, 2013), lo cual en la presente investigación no fueron observados. Por otra parte, la incidencia de dolor lumbar en la cirugía ambulatoria varía del 10 al 20% (Kang *et al.*, 1992), rango que no fue observado durante el postoperatorio inmediato.

A nivel de la médula espinal, los anestésicos locales producen grados de bloqueos variables, relacionados con el grosor de las fibras y la presencia o no de mielina en cada una de ellas por lo que se produce un bloqueo sensitivo puro,

debido a que solo las fibras poco mielinizadas están afectadas por el anestésico local (Murat *et al.*, 1988), considerándose de baja intensidad de dolor. Al disminuir la concentración del anestésico local la duración del efecto de la droga disminuye de 6 – 8 h a 2 – 4 h; esto en acuerdo a los estándares bibliográficos (Otero y Pórtela, 2017) aunque en el presente estudio se generó un promedio de bloqueo motor de 77 minutos, lo que evidentemente es menor a lo reportado en otros estudios (Otero, 2012). Esto hace suponer que al adicionar algún otro fármaco principalmente (opioide) (Mugabure *et al.*, 2005) se obtiene un efecto que potencializa el nivel de bloqueo sensitivo pudiendo llegar hasta T4 – T5 como para bloquear las ramas nerviosas que inervan a los ovarios, implicados en el reflejo doloroso de la tracción del pedículo ovárico comprobado en otros artículos relacionados con esta investigación (López *et al.*, 2004; Otero, 2012). Llegando a una reducción de los componentes de la anestesia general a tres: 1) parálisis, 2) inconsciencia y 3) atenuación de la respuesta al estrés, aunque también se ha demostrado que dentro de sus efectos es generar una hipotermia leve que es según la literatura (Elanco, 2014; Otero y Pórtela, 2017) de un rango entre 36 a 37 °C, acción que en el presente estudio también fue observada.

En cuanto a la monitorización de la temperatura, este fenómeno de hipotermia leve observada en el estudio puede responder a la depresión del centro termorregulador ubicado en el sistema nervioso central, a la vasodilatación periférica y a la disminución en perfusión periférica inducida por la lidocaína, Tiletamina y Dexmedetomidina (Evers *et al.*, 2007).

Con la adición de fentanilo al protocolo epidural se buscó disminuir la dosis de lidocaína (lo que implicó un menor tiempo de recumbencia) y potencializar el efecto analgésico, ya que este opioide actúa sobre las fibras sensitivas que presentan receptores μ (μ); lo que en su caso como ya fue expuesto coadyuvó a disminuir la concentración y volumen utilizado de lidocaína, disminuyendo el efecto motor de ésta y que los pacientes en estudio se monitorizaran con mínimos efectos colaterales, (Liu *et al.*, 1995; Trevor y Miller; 2001) a diferencia de otro

estudio donde no observaron modificación en los tiempos de recuperación (Gonzales y Pintos, 2016).

En la medicina pediátrica son múltiples los estudios para demostrar la eficacia de fentanilo a nivel epidural, la dosis necesaria para conseguir una buena analgesia y los efectos secundarios más frecuentes (Lejus *et al.*, 1994) donde se investigó al fármaco a nivel epidural en la analgesia postoperatoria concluyendo que a dosis suficiente y efectiva vía epidural de fentanilo, se proporciona un control excelente del dolor al asociarlo con bupivacaína con escasos efectos secundarios (Wandana *et al.*, 1999; Lejus *et al.*, 2001). Para otros autores la combinación de fentanilo 1 mcg/Kg a un anestésico local (lidocaína) tras bloqueo caudal produce una anestesia significativamente más rápida y prolongada, entre 1 y 3 horas (Constant *et al.*, 1998; Ganidagli *et al.*, 2004). No obstante, dependiendo del paciente, tipo de cirugía e inclusive del riesgo quirúrgico, algunos autores sugieren la asociación de bupivacaína con fentanilo donde obtienen una analgesia de mayor duración y de mínimos efectos secundarios (Wandana *et al.*, 1999). En el presente estudio fue utilizada la lidocaína en asociación con fentanilo, donde al igual que estos investigadores no se observaron efectos adversos y con un tiempo de duración de recumbencia de 77 ± 15 minutos, prolongando la analgesia hasta por 3 – 5 horas.

En medicina veterinaria los estudios realizados encuentran que el periodo de latencia se encuentra entre 20 a 30 min y la duración del efecto analgésico es de 6 a 8 h (lo cual es dependiente de la dosis), efecto que del periodo de latencia si fue observado en este estudio (Gonzales y Pintos, 2016).

La aplicación de la Dexmedetomidina vía intravenosa ha sido aprobada recientemente por el Centro de Medicina Veterinaria de la FDA como sedante y analgésico en perros y gatos (Sumano y Ocampo 2006; Gutiérrez, 2013). Este fármaco muestra poco o ningún efecto sobre la respiración en animales. Debido a su efecto sedante, la frecuencia respiratoria disminuye a los 5 minutos de la administración intravenosa. Pero lo que se ha reportado dentro de sus efectos de acuerdo a su actividad adrenérgica α_2 , es que provoca una disminución de la

frecuencia cardiaca y temperatura corporal, (Muir *et al.*, 2001; Gutiérrez, 2013) situación observada en el presente estudio.

La disminución de la FC de los pacientes bajo el efecto de opioides se genera por una estimulación del núcleo central del vago, lo que clínicamente se observa como una bradicardia que se sitúa en 42 ± 6 latidos por minuto) (Kopf y Patel, 2010). Estos efectos depresores no fueron observados en el presente estudio ya que el protocolo propuesto incluye a la Tiletamina, misma que se encuentra clasificada como una ciclohexamina con efectos característicos de un anestésico disociativo. En este sentido diversos autores mencionan que estos agentes hipnóticos ocasionan elevaciones de la FC y presión arterial, debido a que poseen un efecto simpaticomimético por lo que se presenta una estimulación cardiovascular. Estos mecanismos farmacodinámicos se generan mediante un mecanismo central, resultando en el incremento de concentraciones plasmáticas de norepinefrina y epinefrina (Mason y Hubbell, 1999), lo que explica porque los pacientes tratados en el estudio no presentaron bradicardia durante el intraoperatorio sino un efecto contrario (114 ± 32 latidos por minuto).

Los estímulos nociceptivos también generan aumentos de FC, FR, y PAM que podrían reflejarse durante la monitorización anestésica de los pacientes como una posible respuesta hemodinámica asociada al dolor, pero que de acuerdo a diversos autores (Mason y Hubbell, 1999; Ledowski *et al.*, 2014) y comparativamente con el presente estudio se puede argumentar que éstos efectos observados se deben a una variación de acuerdo al tipo de protocolo anestésico empleado, donde al utilizar una combinación de dexmedetomidina y Tiletamina se observó un incremento de la FC, FR, y PAM, sin embargo en ningún caso sobrepasó el 40% del valor basal por lo que de acuerdo a los parámetros registrados del índice PTA se puede inferir que estos aumentos se debieron a los efectos farmacodinámicos de los fármacos utilizados (dexmedetomidina y Tiletamina) y no necesariamente a la presencia de dolor.

Particularmente, la presión arterial (PAS, PAD y PAM) se incrementaron al premedicar con dexmedetomidina en los pacientes en estudio, esto puede

explicarse por el mecanismo de acción de la molécula ya que favorece la recaptación pre – sináptica de la noradrenalina, generando un efecto de vasoconstricción de vasos periféricos (Trevor y Miller, 2001; Gutiérrez, 2013).

Entonces, las variaciones de las presiones arteriales son debidas a una respuesta de la administración de los fármacos empleados (como ya fue argumentado), así, en la PAS se presentó un registro de 176 ± 18 mmHg lo que representó un 20% más que su basal de estudio; una PAD durante el procedimiento anestésico – quirúrgico de 122 ± 19 mmHg que se consideró como un 39% por arriba de la basal (sin significancia clínico – anestésica); y finalmente la PAM con 140 ± 18 mmHg, es decir, 20% más respecto al basal, por lo que igualmente correlacionando estos hallazgos con los valores del índice PTA se infiere que no hubo dolor y que estos cambios se asocian al uso de la dexmedetomidina.

En la evaluación de la FR, la tendencia a la disminución pudiese encontrar su explicación en quienes argumentan que todos los fármacos utilizados como protocolo anestésico, tienen carácter inhibitorio o depresor sobre los centros respiratorios (Sumano y Ocampo, 2006; Pulgara *et al.*, 2009) y que al mismo tiempo también disminuyen la sensibilidad de éstos a los niveles de dióxido de carbono (CO₂) en el sistema nervioso central por lo que se entiende que esta ligera baja en la FR es debida a la combinación de Dexmedetomidina, Fentanilo y Tiletamina (Mason y Hubbell, 1999; Flores *et al.*, 2009).

Cabe resaltar que en el presente experimental se pudo observar que en la FR se registró con una elevación no significativa, ya que ésta no supera el 20% del valor normal de referencia, inclusive se puede comentar que durante el intraoperatorio éste parámetro tuvo un comportamiento menor al obtenido de manera basal. Por lo que, a partir de éstas observaciones se puede inferir que los pacientes en estudio no tuvieron cambios respiratorios relacionados a dolor durante el período intraoperatorio.

La optimización de la administración de analgésicos durante la anestesia general requiere evaluar el equilibrio nocicepción – antinocicepción (índice ANI). Por esta razón, el índice ANI (dolor – analgesia) fue diseñado en pediatría humana y trasladado a medicina veterinaria como un monitor que evalúa la actividad del tono parasimpático (PTA) donde se utiliza la medición de la variabilidad del ritmo cardíaco demostrado en varios estudios para medir el tono del sistema nervioso autónomo en su porción parasimpática. Este método ha sido validado para evaluar la nocicepción intraoperatoria y post – operatoria con la finalidad de predecir y prevenir los cambios hemodinámicos asociados al estrés anestésico – quirúrgico (Ledowski *et al.*, 2014).

Los parámetros calculados a partir de este algoritmo fueron registrados en el presente estudio a diferentes tiempos durante la estimulación quirúrgica situándose éstos entre 65 ± 14 . Al respecto, en la utilización del índice PTA la mayoría de los autores concuerdan que un valor normal, es decir que indique bienestar se puede encontrar entre 50 – 70, lo que permite una estabilidad en la triada anestésica. Cabe destacar que los valores basales antes del procedimiento quirúrgico fueron de 60 ± 8 , por lo que al no encontrar diferencia significativa se infiere que durante el intraoperatorio los pacientes en estudio no registraron dolor.

Por otra parte, de acuerdo a los diferentes estudios ya realizados por otros investigadores, el trazo electrocardiográfico observado (de onda R – R) es significativo de la variabilidad del ritmo respiratorio de origen sinusal parasimpático (Boselli *et al.*, 2015) donde los pacientes estudiados tuvieron una alta frecuencia, esto es entre 0.15 – 0.5 Hz, lo que indica que los pacientes estuvieron respirando de manera normal debido a un grado de profundidad anestésica estable y analgesia correcta (estado de confort) ya que no presentaron dolor. La realización de estudios en animales y en el hombre, han ido conformando los conocimientos actuales sobre el control del dolor tanto en el preoperatorio como en el postoperatorio tomando como referencia el índice PTA. De manera específica en animales, algunos investigadores (Boselli *et al.*, 2015; Mansour *et al.*, 2017) han utilizado el monitor PTA para predecir la variabilidad del ritmo cardíaco y por

consiguiente una reacción hemodinámica (Mangas *et al.*, 2015; Pedrosal *et al.*, 2015). Por lo tanto, este índice puede optimizar la administración de analgésicos bajo anestesia general en perros y puede limitar el riesgo de sobredosis o dosis insuficiente de analgésicos siendo una herramienta adecuada para una dosificación exacta en cada paciente y así evitar un dolor severo en el postoperatorio. Los valores de PTA observados en otros estudios con solo anestesia general obtienen un índice alto de PTA 68 ± 17 (Ruiz, 2015) 61 ± 19 (Pedrosal *et al.*, 2015) donde se relacionaron inversamente con las presiones arteriales. En este estudio el PTA fue de 65 ± 14 ; el cual sugiere a la implementación de bloqueo epidural que aporta un valor agregado de confort, donde las variaciones en PA fueron resultantes de los fármacos empleados. Finalmente destacar que el monitor PTA es una herramienta que cuantifica el dolor, además de que predice respuestas hemodinámicas asociadas a éste e incluso coadyuva a que el anestesiólogo veterinario no sobredosifique analgésicos.

11 Conclusiones

La administración de lidocaína y fentanilo de manera conjunta, disminuyó la percepción del dolor en 15 perras sometidas a OSH electiva, situación que fue valorada por medio de la actividad del tono parasimpático (PTA). Además se hizo una correlación con la presión arterial y FC con respecto al índice PTA, a partir de lo que se puede inferir que ningún paciente tuvo dolor durante el perioperatorio.

12 Bibliografía

1. Ahmad R.A, Amarpal, Kinjavdekar P, Aithal H.P, Pawde A.M, Kumar D, Potential Use Of Dexmedetomidine For Different Levels Of Sedation, Analgesia And Anaesthesia In Dogs, Veterinarni Medicina, 58, (2): 87–95, 2013.
2. Aige-Gil V, Neuroanatomía y neurología clínica en el perro y gato, Universidad Autónoma de Barcelona, 2002
3. Anestesiología Mexicana en internet, Clasificación del estado físico de la american society of anesthesiologists (ASA) disponible en: (www.anestesia.com.mx/asa.html) consultado el 15 de diciembre del 2017.
4. Boselli E, Bouvet L, Allaouchiche B. Monitorage De L' Analgèsie Avec L' Analgesia / Nociception Index: Rèsultats Des Études Cliniques Chez Les Patients Éveillès Et Anesthésiès, Vol 19 Issue 2, 2015
5. Burzaco O, Martinez J, La Valoración Preanestésica Riesgo Anestésico.Consult Difus.Vet. 9 2001.
6. Campoy L, Martin-Flores M, Ludders JW Et Al. Procedural Sedation Combined With Locoregional Anesthesia For Orthopedic Surgery Of The Pelvic Limb In 10 Dogs: Case Series. Vet Anaesth Analg 39, 436-440. 2012.
7. Camps MT, y Amat GM. Cambios De Comportamiento Asociados Al Dolor En Animales De Compañía 1ª Edición. Editorial SERVET. España. 2013.
8. Cifuentes J, Fisiología sensorial, disponible en: (<https://es.slideshare.net/Drcifuentes/fisiologia-sensorial-7423459>) consultado el 28 de marzo del 2018.
9. Constant I, Gall O, Gouyet L, I Adition Of Clonidine Or Fentanyl To Local Anaesthetic Prolongs The Duration Of Surgical Analgesia After Sin Shot Caudal Block In Children. Br J Anaesth; 80:294-298. 1998

10. Conzemius, M, Hill C, Sammarco J, S. Perkowski S. Correlation between subjective and objective measures used to determine severity of postoperative pain in dogs. JAVMA. 210: 1619- 1622. 1997.
11. De Jonckheere J, Bonhomme V. Jeanne M, Boselli E, Gruenewald M, Logier R, Richebé P. Physiological Signal Processing For Individualized Anti-Nociception Management During General Anesthesia: A Review IMIA And Schattauer Gmbh 2015.
12. Dickenson, A, A. Sullivan. Evidence for a role of NMDA Receptor in the frequency dependent potentiation of deep rat dorsal horn nociceptive neurones following c fibre stimulation. neuropharmacology. 26: 1235-1238. 2007.
13. Dolin SJ, Cashman JN, Bland JM Effectiveness Of Acute Postoperative Pain Management: I. Evidence From Published Data. Br J Anaesth 89, 409-423. 2002.
14. Duke –Novakovki T, Vries M. Seymour C, Manual de anestesia y analgesia en pequeños animales, editorial lexus españa 2017.
15. Elanco, Actualización en anestesia y analgesia, AVEPA 2014
16. Evers, A.; Crowder, M.; Balser, J. Anestésicos Generales. En: *Goodman Y Gilman Las Bases Farmacológicas De La Terapéutica*. 11^{ma} Edición. Mcgraw-Hill Interamericana. Pp. 341-367. 2007
17. Fernández RC. Gómez MP. Dolor agudo y postoperatorio, Grafiweb Impresores Publicistas, Bogotá DC 2011
18. Ferrándiz M.M. Fisiopatología Del Dolor. Hospital De La Santa Creu I Sant Pau. Barcelona 2015.
19. Flores S A, Zerpa H A, Ascanio E R, Rojas J A, Briceño E, Arrieta D Y Maniglia G C. Evaluación De La Inducción Anestésica Con Tiletamina/Zolazepan En Perros Sometidos A Diferentes Protocolos De Premedicación Revista De La Facultad De Ciencias Veterinarias, UCV, Vol. 50, Núm. 1, Enero-Junio, 2009.
20. Fossum B T W, Cirugía En Pequeños Animales 3^a Ed, Editirial S.A. Elsevier España 2008.

21. Ganidagli S, Cetin H, Biricik HS, Comparison Of Ropivacaine With A Combination Of Ropivacaine And Fentanyl For The Caudal Epidural Anaesthesia Of Mares. *Vet Rec*; 154:329- 332. 2004.
22. Ganong W.F, *Fisiología Médica*”, 20a Edición, El Manual Moderno, México 2006.
23. Gil CJ, Bello Cma, Saldaña J, *Analgesia Epidural Veterinária E Zootecnia Botucatu - SP – Brasil* 2012.
24. Gonzales R, Pintos S, Efecto Analgésico De 4 Protocolos De Anestesia Epidural En Caninos Sometidos A Ovariohisterectomía De Rutina, *Compend. Cienc. Vet.* 06 (02): 13-19 San Lorenzo Paraguay 2016.
25. Guerron G, *Medula espinal* web http://images.slideplayer.es/1/16831/slides/slides_6.jpg febrero del 2018.
26. Gutiérrez E, *Evaluación De La Analgesia Perioperatoria Del Fentanilo, Lidocaina, Ketamina, Dexmedetomidina O La Combinación Lidocaina-Ketaminadexmedetomidina En Perras Sometidas A Ovariohisterectomia* Tesis Universidad Autónoma Del Estado De Méxicotoluca, Estado De México. Noviembre 2013.
27. Helleyer, P. Objective, categoric methods for assessing and analgesia. en *handbook of veterinary pain in management..* Ed. Mosby Inc. Philadelphia, USA. 2002.
28. Holton L, Reid J, Scott EM Et Al. Development Of A Behaviour-Based Scale To Measure Acute Pain In Dogs. *Vet Rec* 148, 525-531 2001.
29. Holton LL, Scott EM, Nolan AM Et Al.) Relationship Between Physiological Factors And Clinical Pain In Dogs Scored Using A Numerical Rating Scale *Small Anim Pract* 39, 469-474. 1998.
30. Jeff C Ko. *Small Animal Anesthesia And Pain Management.* Manson Publishing Ltd 2013.
31. Julius D, Basbaum AL, *Molecular Mechanisms Of Nociception*, *Nature* 13; 413 2001.

32. Kang SB, Goodnough DE, Lee YK Et Al. Comparison Of 26 And 27-G Needles For Spinal Anesthesia For Ambulatory Surgery Patients. *Anesthesiology*; 76: 734-8. 1992.
33. Kopf AMD, Patel NB, Guía Para el manejo del dolor en condiciones de bajo recurso, IASP. Washington D.C.2010.
34. Lascelles BD, Cripps P, Mirchandani S Et Al. Carprofen As An Analgesic For Postoperative Pain In Cats: Dose Titration And Assessment Of Efficacy In Comparison To Pethidine Hydrochloride. *J Small Anim Pract* 36, 535-541. 1995.
35. Ledowski T, Averhoff L, Tiong W. S And. Lee C, Analgesia Nociception Index (ANI) To Predict Intraoperative Haemodynamic Changes: Results Of A Pilot Investigation *Acta Anaesthesiol Scand* 2014.
36. Lejus C, Roussiere G, Testa S, Ganancia MF, Meignier M, Sauron R. Postoperative Extradural Analgesia In Children. Comparison Of Morphine With Fentanyl. *Br J Anaesth*; 72:156-159. 1994.
37. Lejus C, Surbled M, Schworerer D, Postoperative Epidural Analgesia With Bupivacaíne And Fentanyl: Hourly Pain Assessment In 348 Paediatric. *Paediatr Anaesth* ;11:327-332. 2001.
38. Liu S, Chui AA, Carpenter RL Et Al. Fentanyl Prolongs Spinal Anesthesia Without Prolonging Recovery. *Anesth. Analg.*; 80: 730-4. 1995.
39. Lopez GJ, Castejon J, Moreno M, Ramirez NA, Anestesia Multimodal Infantil: Analgesia Epidural *Rev Soc Esp Dolor*; 11: 420-429 2004.
40. Ludovic P, Sanchis-Mora S Pain Assessment Methods. In: *BSAVA Manual Of Canine And Feline Anaesthesia And Analgesia*. (Third Edition Edn). Duke-Novakovski T, Vries Md & Seymour C (Eds). Pp. 113-123 2016.
41. Mangas Ballester, MT.(1); Lima Rodríguez, JR.(1); Ballestín Rodríguez, A. (1); Abellán Rubio, E. (1); Crisóstomo Ayala, V. (1); Carrasco Jiménez, MS (2); Sánchez Margallo, FM (1). Estudio Sobre El Valor Predictivo De Monitorización Con Parasympathetic Tone Activity Sobre Cambios Hemodinámicos En Cerdos 2015.

42. Mansour C, Merlin T, Bonnet JM-Garin, Chaaya R, Mocci R, Ruiz CC, Allaouchiche B, Boselli E, Junot S; Evaluation Of The Parasympathetic Tone Activity (PTA) Index To Assess The Analgesia / Nociception Balance In Anaesthetised Dogs; Res Vet Sci 115 Pp.271-277 2017.
43. Mason, D.; Hubbell, J. 1999. Anesthesia and the heart. En: Textbook Of Canine And Feline Cardiology, Principles And Clinical Practice. W.B. Saunders Company. 1999.
44. Mayoral P. Protocolos Anestésicos De Utilidad Práctica En La Clínica Del Perro Y El Gato Et. Al Vol.14 1994.
45. McCracken L, Waran N, Mitchinson S Et Al. Effect Of Age At Castration On Behavioural Response To Subsequent Tail Docking In Lambs. Vet Anaesth Analg 37, 375 2010.
46. McCrackin MA, Harvey RC, Sackman JE Et Al. Butorphanol Tartrate For Partial Reversal Of Oxymorphone-Induced Postoperative Respiratory Depression In The Dog. Vet Surg 23 1994.
47. Mckelvey H, Y Hollingshead K. Manual De Anestesia Y Analgesia Veterinaria. 3ª Edición. Editorial Multimédica Ediciones Veterinarias. Argentina. 2003.
48. Mckune CM, Murrell Jc, Nolan AM Et Al. Nociception And Pain. In: Veterinary Anaesthesia And Analgesia, Lumb And Jones. (Fifth Edition Edn). Kurt A. Grimm LAL, William J. Tranquilli, Stephen A. Greene, Sheilah A. Robertson (Ed). Pp.584-623. 2015.
49. Metrodoloris, Lille, Francia, disponible en: (<https://www.mdoloris.com/technologies/pta-parasympathetic-tone-activity/?b5-file=546&b5-folder=545>) consultado el 15 de enero del 2018.
50. Moreno C. Prada MD. Fisiopatología del dolor clínico, Asociación Colombiana De Neurología. Bogotá Colombia 2004.
51. Morgan RV. Clínica en pequeños animales. 3º Edición. Editorial Harcour Brace. España 1993.

52. Morgaz J, Navarrete R, Muñoz-Rascón P Et Al. Postoperative Analgesic Effects Of Dexketoprofen, Buprenorphine And Tramadol In Dogs Undergoing Ovariohysterectomy. Res Vet Sci 95, 278-282 2013.
53. Mugabure B, Echaniz E, Y Marín M. Fisiología Y Farmacología Clínica De Los Opioides Epidurales E Intratecales Rev. Soc. Esp. Dolor Vol. 12 No.1 Madrid Ene./Feb. 2005.
54. Muir, W.; Hubbell, J.; Skarda, R.; Bednarski, R. 2001. Manual De Anestesia Veterinaria. 3^{ra} Edición. Harcourt. Madrid España 2001 .
55. Murat I, Walker J, Esteve C, Nahoul K, Saint-Maurice C. Effect Of Lumbar Epidural Anaesthesia On Plasma Cortisol Levels In Children. Can J Anaesth; 35: 20-4. 1988.
56. National Research Council. Recognition And Alleviation Of Pain In Laboratory Animals. The National Academies Press. 2009.
57. Nucette de S L, fisiología sensorial, disponible en: <https://es.slideshare.net/meli1890/fisiologia-sensorial-2314862> consultado el 10 de abril del 2018.
58. Otero P. Y Portela D. Manual De Anestesia Regional En Animales De Compañía. Editorial Inter-Medica. Buenos Aires 2017
59. Otero PE. Dolor: Evaluación Y Tratamiento En Pequeños Animales. Buenos Aires: Inter-Medica; 2012.
60. Pedrosal, Exposito G, Aguado D, Cediela, Canfrana, Alvarez G, Intraoperativa Nociception Monitoring With A Parasympathetic Tone Activity Monitor: A Pilot Study In Dog; Servicio De Anestesiología Facultad De Veterinaria Universidad Complutense De Madrid 2015.
61. Peinazo MA, Dolor crónico y psicología: cerrando la puerta al dolor disponible en: (<http://1cel.cat/es/blog/dolor-cronico-y-psicologia-cerrando-la-puerta-al-dolor/>) consultado el 10 de abril del 2018.
62. Puebla DF. Tipos De Dolor Y Escala Terapéutica De La O.M.S. Dolor Iatrogénico Oncología,; 28 (3):139-143 2005.
63. Pulgara R, Coleccioa G, Aldanab M,C, Pulgarb J, Estudio Comparativo Del Efecto De Las Asociaciones Anestésicas Atropina-Tiletamina/

- Zolazepam Y Atropina-Ketamina/Diazepam En Emúes (*Dromaius Novaehollandiae*) Adultos Arch Med Vet 41, 149-155 2009.
64. Reid J, Nolan A, Hughes J Et Al. Development Of The Short-Form Glasgow Composite Measure Pain Scale (CMPS-SF) And Derivation Of An Analgesic Intervention Score. *Animal Welfare* 16, 97-104. 2007.
65. Reid J, Scott M, Nolan A, Desarrollo de una forma abreviada de la Glasgow Composite Measure Pain Scale [CMPS] como una medida del dolor agudo en el perro, *Vet Anaesth Analg* 32: 7, 2005.
66. Rigler ML, Drasner K, Krejcie YC Et Al. Cauda Equina Syndrome After Continuous Spinal Anesthesia. *Anesth. Analg.*; 72: 275-81. 1991.
67. Ruiz CJG. Y Hernández A.I. *Farmacología Para Médicos Veterinarios Zootecnistas 2ª Edición* Ed. UNAM. México 2016.
68. Ruiz López P., Domínguez Pérez J.M., Quirós Carmona S., Morgaz Rodríguez J., Mengual Riera C., Navarrete Calvo R., Fernández Castañer J., Aguilar García D., Muñoz Rascón P., Granados Machuca M.M. Evaluación Intraoperatoria Del Monitor Pta (Parasympathetic Tone Activity) En Perras Sometidas A Cirugía Laparoscópica *Sociedad Española De Anestesia Y Analgesia Veterinaria* 2015.
69. Schauvliege S Patient Monitoring And Monitoring Equipment. In: *BSAVA Manual Of Canine And Felina Anaesthesia And Analgesia. (Third Edition Edn)*. Duke Novakovsky T, Vries Md & Seymour C (Eds). 2016.
70. Serrano MS, Caballero J, Cañas A, García P L, Serrano Á C Y Prieto J. Valoración Del Dolor (I) *Rev. Soc. Esp. Dolor* 9: 94-108, 2002.
71. Steel R, Torrie J, *Bioestadística: Principios y procedimientos* 2ª ed. Mc Graw Hill Colombia 1985.
72. Sumano, H.; Ocampo, L. *Farmacología Veterinaria*. 3ra Edición. Mcgraw-Hill Interamericana. 2006.
73. Szental JA, Webb A, Weeraratne C, Campbell A, Sivakumar H, Leong S, Postoperative Pain After Laparoscopic Cholecystectomy Is Not Reduced By Intraoperative Analgesia Guided By Analgesia Nociception

- Index (ANI) Monitoring: A Randomized Clinical Trial, Br. J Anaesth 114(4)Pp. 640-5 2015.
74. Rivero E, Nursing care part II geriatrics, disponible en: (<https://www.slideshare.net/EvaRivero/nursing-care-part-ii-eva-rivero-48385840>) consultado el 15 de febrero 2018.
75. Torrente C, Bosch L, Medicina de urgencia en pequeños animales. Tomo I, Ed. SERVET 2012.
76. Trevor, A. Miller, R. General Anesthetics. En: *Basic & Clinical Pharmacology*. 8th Edition. Mcgraw-Hill Interamericana. Pp. 419-435. 2001.
77. Wandana J, Neil R, Michael D, A Comparison Of Two Concentrations Of Bupivacaine And Adrenaline With And Without Fentanyl In Paediatric Inguinal Herniorraphy. Paediatr Anaesth; 9: 317 1999.
78. William J. Kurt A. Leigh A. Tratamiento Del Dolor En Pequeños Animales Editorial Multimédica Barcelona, España 2001.
79. Woolf, C. Windup and central sensitization are not equivalent. pain. 66: 105-08.1996.
80. Ynaraja R.E, Montoya A. Manual De Electrocardiografía Clínica Canina. 2º Ed. Grupo Asis Biomedica S.L. 2012.

13 ANEXOS

ANEXO 1: Hoja de identificación de los animales del estudio.

Caso N°: _____ Fecha: _____

Antecedentes Generales.

| | | | | |
|---------|-------|-------|-------|--------|
| Nombre: | Edad: | Raza: | Peso: | Color: |
| | | | | |

Antecedentes Pre-quirúrgicos.

Comportamiento: _____

Mucosas: _____

Rangos Basales

| | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Tª: | FC: | FR: | PTA | PAS | PAD | PAM |
| | | | | | | |

Fármacos administrados: _____

Hora inicio cirugía: _____

Hora término cirugía: _____

Hora extubación: _____

Observaciones: _____

ANEXO 2 Hoja control

| | T ^a | FC | FR | PTA | PAS | PAD | PAM | TIEMPO |
|-------------------------|----------------|----|----|-----|-----|-----|-----|--------|
| Pinza de campo | | | | | | | | |
| 1 ^a incisión | | | | | | | | |
| Ovario derecho | | | | | | | | |
| Ovario izquierdo | | | | | | | | |
| Útero | | | | | | | | |
| Cierre de músculos | | | | | | | | |
| Cierre de piel | | | | | | | | |