



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

LAPARATOMIA EXPLORATORIA EN EQUINOS SANOS Y SU EFECTO
SOBRE EL DOLOR Y CONSTANTES FISIOLÓGICAS

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

P R E S E N T A

MARIA GABRIELA GUADARRAMA BARCENA

Asesores:

DR. PEDRO SÁNCHEZ APARICIO

M.C. ADRIANA DÍAZ ARCHUNDIA

DR. SERGIO RECILLAS MORALES



TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO, FEBRERO 2019

TÍTULO

“LAPARATOMIA EXPLORATORIA EN EQUINOS SANOS Y SU EFECTO SOBRE EL DOLOR Y CONSTANTES FISIOLÓGICAS”

AGRADECIMIENTOS

DEDICATORIA

**ESTA TESIS ESTA DEDICADA PRINCIPALMENTE A MI ABUELA Y MEJOR AMIGO,
POR CONFIAR EN MI Y ACOMPAÑAR MIS PASOS EN ESTE RETO**

A MIS PADRES Y HERMANOS

RESUMEN

La cirugía aplicada a los equinos ha tenido avances importantes en nuestro país en las dos últimas décadas, la laparotomía exploratoria y terapéutica han permitido contar con un recurso más para la recuperación de caballos que presentan síndrome abdominal agudo (SAA), padecimiento que es frecuente en esta especie y que ocasiona fuertes pérdidas económicas. Este procedimiento quirúrgico permite identificar y corregir la lesión intestinal. Hasta ahora, son pocos los estudios que han evaluado las complicaciones ocasionadas por la manipulación quirúrgica. El objetivo del estudio permitió evaluar el efecto de la técnica de laparotomía exploratoria sobre el grado de dolor, frecuencia cardíaca y respiratoria en 5 caballos sanos sometidos a laparotomía exploratoria. El estudio se realizó en las instalaciones del Hospital Veterinario para Grandes Especies de la UAEMex e incluyó 2 caballos machos criollos enteros y 3 hembras, con una edad promedio de 10.5 años, con un peso corporal de 183.5 kg. Los caballos fueron transportados desde el lugar de origen hasta el Hospital Veterinario para Grandes Especies de la UAEMex acorde al apartado 8 de la NOM-024-ZOO-1995, Especificaciones y características zoosanitarias para el transporte de animales. Los animales estuvieron en observación a cargo de los clínicos de HVGE durante 14 días, en los primeros 7 días de su aclimatación y se constató que estuvieran clínicamente sanos mediante examen físico. Los 5 equinos sanos fueron incluidos en el estudio para realizar en ellos la técnica quirúrgica de laparotomía exploratoria. Las constantes fisiológicas y el grado de dolor se evaluaron en dos momentos, previo a la cirugía y post cirugía. Se observó que conforme aumenta el periodo de recuperación, la frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria y grado de dolor regresan a sus valores normales, indicativo de reducción del dolor. Estos resultados constatan los hallazgos de otras investigaciones, que señalan que la manipulación ocasionada durante el procedimiento quirúrgico, altera los parámetros físicos, por tanto, el manejo meticuloso de los tejidos reduce el daño intestinal y el proceso inflamatorio generado por la manipulación.

Palabras Clave: Laparotomía exploratoria, equino.

Índice

TÍTULO	2
RESUMEN	5
ÍNDICE DE CUADROS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	7
INTRODUCCIÓN	8
REVISIÓN DE LITERATURA.....	9
1.- Topografía abdominal en equinos.....	9
2.- Laparatomía Exploratoria	13
2.1.- Procedimiento de laparotomía exploratoria	13
3. Dolor.....	17
3.1.- El dolor en caballos	17
3.2 Dolor postquirúrgico	18
3.3.- Sistemas de medición del dolor en caballos.....	19
3.4.- Constantes fisiológicas postquirúrgicas.....	23
3.4.1.- Frecuencia cardiaca	24
3.4.2.- Frecuencia respiratoria	25
3.5. Cuidados postquirúrgicos del caballo	25
3.5.1.- Manejo del dolor	27
JUSTIFICACIÓN	29
HIPÓTESIS	30
OBJETIVOS	30
GENERAL	30
ESPECÍFICOS	30
MATERIAL	31
METODOLOGÍA	32
LIMITE DE ESPACIO.....	38
LÍMITE DE TIEMPO	39
RESULTADOS	40
DISCUSIÓN	43
CONCLUSIÓN	47
GLOSARIO	55

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Título del cuadro	Página
Cuadro 1.	Escala del dolor post-operatoria a nivel abdominal en el caballo	20
Cuadro 2.	Clasificación del grado de dolor a nivel gastrointestinal.	22
Cuadro 3.	Parámetros físicos pre-quirúrgicos y post-quirúrgicos (Med+EEM).	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Título de la figura	Página
Figura 1.	Topografía abdominal superficial de los Equinos.	11
Figura 2.	Descripción anatómica del tracto gastrointestinal del caballo.	12
Figura 3.	Incisión realizada en la región abdominal durante laparatomía exploratoria.	15
Figura 4.	Arribo de un equino incluido en el estudio al HVGE.	32
Figura 5.	Obtención de la temperatura corporal rectal.	33
Figura 6.	Evaluación de la frecuencia respiratoria.	34
Figura 7.	Colocación y fijación de catéter.	35
Figura 8.	Identificación del grado de sedación	36
Figura 9.	Ubicación geográfica de las instalaciones de la FMVZ-UAEMex.	38

INTRODUCCIÓN

El Síndrome Abdominal Agudo (SAA) es un término relacionado a un grupo de signos que son indicativos de dolor abdominal originado en el sistema digestivo. El término de Cólico en los equinos es su sinonimia, se refiere a dolencias del aparato digestivo, acompañadas de alteraciones funcionales Duque *et al.*, (2010). Un estudio realizado en caballos con cólico por Ihler *et al.* (2004) permitió estimar que el SAA presenta una incidencia clínica que oscila entre 3.5 y 10.5 casos por cada 100 casos presentados por año. Recientemente, Freeman, 2018 reportó que los episodios de cólicos en equinos por los últimos 100 años varían de 3.5 a 10.6 , con un porcentaje de riesgo de 2.8 a 2.9%. Lo anterior representa una importante causa de mortalidad, por lo cual debe ser considerado como una urgencia en medicina veterinaria Duque *et al.*, 2010). Proudman *et al.* (2002) señalaron que del 7 al 10 % de los casos agudos necesitan tratamiento quirúrgico. En la actualidad, el manejo de caballos con SAA genera mayor grado de supervivencia al ser posible el diagnóstico y tratamiento con un procedimiento quirúrgico de laparotomía. De acuerdo a Adams (1998), este procedimiento se realiza para localizar, identificar y corregir el tipo de lesión intestinal. La cirugía aplicada a los equinos ha tenido avances importantes en nuestro país en las dos últimas décadas, la laparotomía exploratoria y terapéutica ha permitido contar con un recurso más para la recuperación de caballos que presentan SAA, padecimiento que es frecuente en esta especie y que ocasiona fuertes pérdidas económicas Vázquez-Rangel, (2002). Si bien, la terapia quirúrgica no está al alcance de muchos pacientes equinos y propietarios de caballos, sí permite en muchos casos lograr la recuperación de caballos con esta patología cuyo pronóstico podría considerarse como pobre al culminar en la muerte. Hopster-Iversen *et al.* (2011), sugirieron que la inflamación del intestino delgado puede ser resultado de enfermedad o manipulación intestinal. Isgren *et al.* (2018), señalaron que caballos sometidos a laparotomía exploratoria pueden presentar infección en el sitio de incisión en una incidencia de 10 a 37%. El objetivo del estudio consistió en evaluar la frecuencia cardíaca, respiratoria y grado de dolor en caballos sanos sometidos a un procedimiento quirúrgico de laparotomía exploratoria.

REVISIÓN DE LITERATURA

1.- Topografía abdominal en equinos

Desde e punto de vista fisiológico, es menester conocer la topografía abdominal en el equino. El aparato digestivo de los caballos es hasta cierto punto complejo debido a su estructura anatómica y funcional. El sistema digestivo del equino corresponde a un conducto largo y muscular inicia en la boca la cual inicia con 36 dientes y 3 glándulas salivares entre las que destacan la parótida, mandibular y sublingual, produciendo 40 litros de saliva y es trascendental para combatir el ph ácido del estómago. Los intestinos culminan en el ano que mide 30-40 metros y tiene una capacidad aproximada de 200 litros (Jerbi *et al.*, 2014).

La cavidad abdominal en el tracto gastrointestinal esta conformado por el colon, el cual presenta dobles arcadas a nivel de los vasos yeyunales. Ventralmente están las porciones izquierdas del colon ascendente, flexura pelviana y mesocolon ascendente. En esta cavidad, se ubican la base del ciego relacionada con la fosa paralumbar, mientras que el duodeno descendente guarda relación con el lóbulo derecho del hígado, páncreas y riñón derecho. Respecto a la flexura duodenal caudal, se encuentra adjunta con la base del ciego, cuerpo del órgano y el pliegue ileocecal (Ghezzi *et al.*, 2005).

El intestino delgado esta constituido por el duodeno, yeyuno e íleon. El duodeno presenta cuatro porciones y dos flexuras, el duodeno craneal, flexura duodenal craneal, duodeno descendente, flexura duodenal caudal, duodeno transverso y duodeno ascendente (Rose y Hodson, 1995). La porción descendente del intestino delgado se relaciona con el lóbulo derecho del hígado, páncreas, riñón derecho y base del ciego. Esta porción es relativamente corta, continua en la región ventral del riñón izquierdo y tiene relación con la base del bazo desde la flexura duodeno yeyunal. En lo que respecta al yeyuno, esta situado en la región dorsal de la región abdominal lateral izquierda. El íleon se origina desde el pliegue ileocecal y adopta una posición ventral hacia el duodeno para culminar a la derecha del plano medio para terminar en el orificio ileocecal (Moore, 2003).

El intestino grueso está constituido por el ciego, colon ascendente, colon ventral derecho, colon ventral izquierdo, colon dorsal izquierdo, colon dorsal derecho, colon transverso, colon descendente, recto y ano. El intestino grueso tiene su base en la fosa paralumbar derecha. El colon ascendente tiene cuatro porciones y tres flexuras, las cuales son el colon ventral derecho, flexura esternal, colon ventral izquierdo, flexura pelviana, colon dorsal izquierdo, flexura diafragmática y colon dorsal derecho. La ubicación del colon ventral derecho se caracteriza por partir de la curvatura menor de la base del ciego, mantiene su posición por la derecha del piso del abdomen en dirección hacia craneal hasta el proceso xifoides del esternón, sitio en donde realiza la flexura esternal hasta llegar a la segunda porción. Respecto al colon ventral izquierdo, este inicia a la izquierda del piso del abdomen, va de craneal hacia caudal para continuar hasta el estrecho craneal de la pelvis, sitio donde se curva para realizar la flexura pelviana y continuar hasta la tercera porción (Jerbi *et al.*, 2014). El colon dorsal izquierdo va de caudal a craneal, en dorsal del colon ventral izquierdo y hasta alcanzar el diafragma, región anatómica donde se ubica la flexura diafragmática, misma que cruza el plano medio. La anatomía del colon dorsal derecho indica que va de craneal a caudal siempre del lado derecho del abdomen y a nivel dorsal respecto al colon ventral derecho. En el caso del colon transverso, este cruza el plano medio de derecha a izquierda y en dirección de craneal de la raíz del mesenterio. Para el colon descendente, su ubicación es a nivel dorsal de la región abdominal lateral izquierda a un costado de las asas del yeyuno (Ghezzi *et al.*, 2005).

En la figura 1, se aprecia la tipografía abdominal a nivel superficial en un equino, en la cual se pueden identificar las regiones antes descritas.

LAPARATOMIA EXPLORATORIA EN EQUINOS SANOS Y SU EFECTO SOBRE EL DOLOR Y CONSTANTES FISIOLÓGICAS

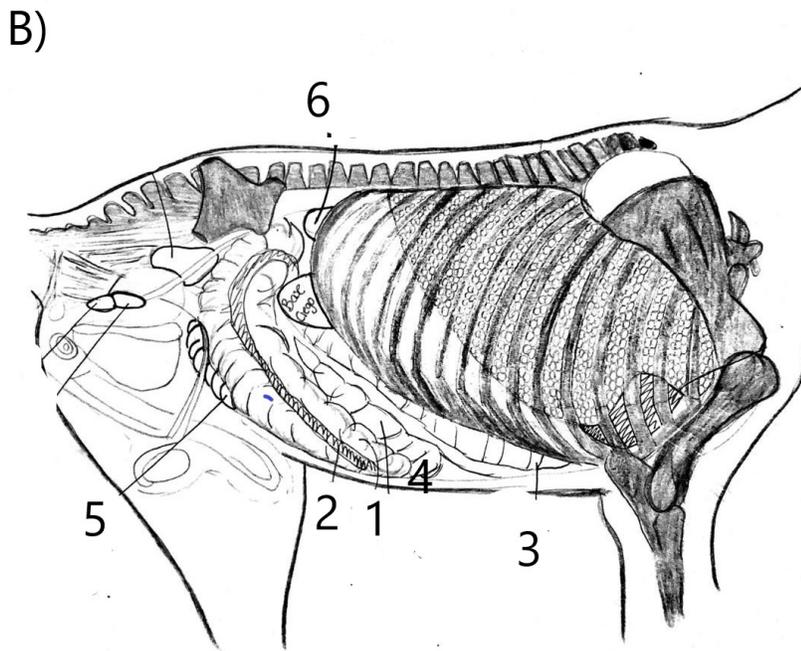
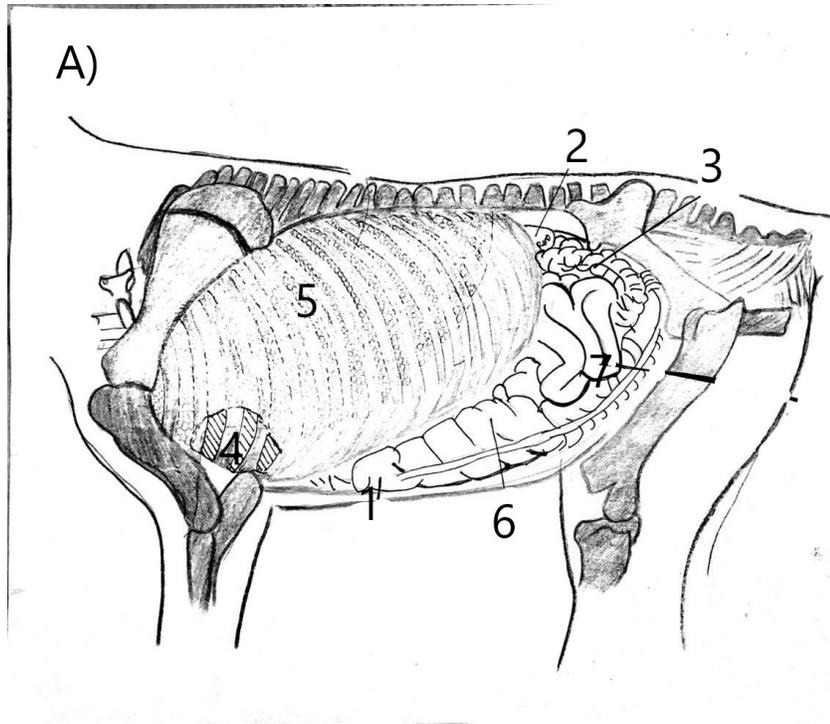


Figura 1. Topografía abdominal superficial de los Equinos (Adaptado de Raynor, 2017).
A) Vista lateral izquierda: 1. Ciego. 2. Riñón izquierdo. 3. Intestino Delgado 4. Corazón 5. Pulmón izquierdo. 6. Colon ventral izquierdo. 7. Curvatura diafragmática del colon. B) Vista lateral derecha. 1. Cuerpo del ciego. 2. Base del

LAPARATOMIA EXPLORATORIA EN EQUINOS SANOS Y SU EFECTO SOBRE EL DOLOR Y CONSTANTES FISIOLÓGICAS

ciego. 3. Curvatura diafragmática del colon mayor. 4. Curvatura esternal del colon mayor. 5. Colon ventral derecho. 6. Colon dorsal derecho.

En la figura número 2 se pueden apreciar el tracto gastrointestinal del caballo con sus diferentes porciones iniciando en el intestino delgado y culminando en el recto (Raynor, 2017). Esta figura permite identificar las estructuras anatómicas que se observan cuando se realizan procedimientos quirúrgicos como la laparotomía exploratoria, pues después de incidir en línea alba de craneal a caudal, se pueden ubicar el ápice del ciego, al retraerlo, se ubica el intestino delgado conformado por íleon, duodeno y yeyuno. Estas regiones anatómicas son introducidas nuevamente a la cavidad para introducir las nuevamente a la cavidad para posteriormente exponer el intestino grueso. Lo anterior se realiza con la intención de identificar alguna anomalía o la presencia de líquidos extraños en cavidad abdominal (Jerbi *et al.*, 2014).

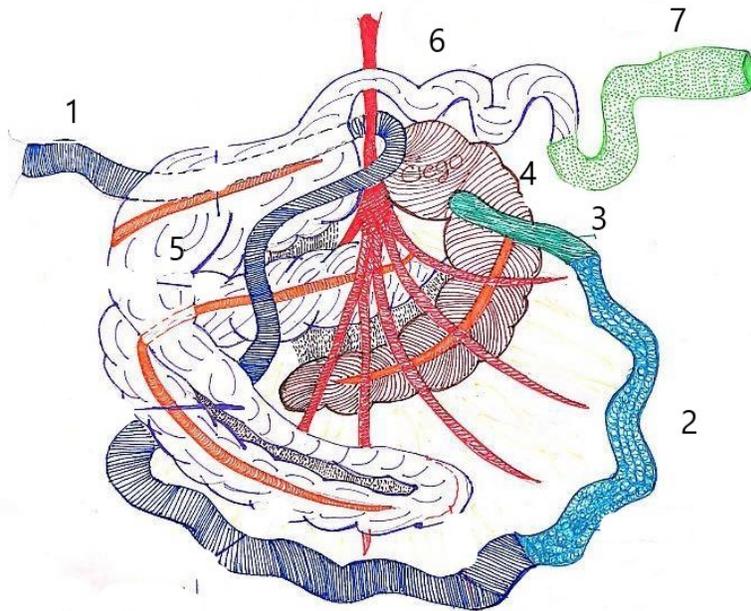


Figura 2. Descripción anatómica del tracto gastrointestinal del caballo (Adaptado de Raynor, 2017). 1. Duodeno. 2. Yeyuno. 3. Íleon. 4. Ciego. 5. Colon. 6. Curvatura pélvica. 7. Recto.

2.- Laparatomía Exploratoria

El procedimiento de laparotomía con fines diagnósticos y terapéuticos en el SAA (comúnmente denominado cólico del caballo) es en la actualidad un recurso asequible en la práctica quirúrgica veterinaria de gran valor. Dicho proceso permite efectuar determinaciones con una base objetiva, permite tomar la decisión de continuar el curso de un tratamiento con un buen porcentaje de probabilidad de éxito o bien considerar la eutanasia del caballo por razones humanitarias, evitando un proceso postoperatorio cruento e infructuoso y una erogación económica de considerables proporciones (Vázquez-Rangel, 2002). Este procedimiento se lleva a cabo a través de línea media ventral o línea alba, la cual, es de las aproximaciones más comunes en la cirugía de abdomen debido a que se exterioriza cerca del 75 % del tracto gastrointestinal del caballo (Díaz, 2015). Otros órganos como el estómago, duodeno, íleon distal, cuerpo dorsal, base del ciego, colon transversal; colon dorsal derecho en su parte distal y colon descendente distal son los segmentos que no se pueden exteriorizar (Fisher, 2006).

2.1.- Procedimiento de laparotomía exploratoria

El empleo de la laparotomía como un recurso diagnóstico y terapéutico es un valioso procedimiento en el tratamiento del SAA en los caballos que son considerados de valor estimativo o económico (Díaz-Archundia *et al.*, 2017), ya que los costos de una intervención de este tipo son en general altos. Diversos estudios (Smith y Mair, 2010, Philips y Wamsley, 1993; Colbath *et al.*, 2013) han realizado estudios en caballos empleando la laparotomía exploratoria para realizar corrección de colon. Vázquez-Rangel, (2002) estimó que la técnica de abordaje por línea media es sin lugar a dudas la más adecuada debido a las múltiples ventajas de exploración que ofrece, en comparación con las técnicas de aproximación paralumbar, inguinal o paramedial. Los resultados de sobrevivencia obtenidos en nuestro país, en este tipo de intervenciones, no pueden compararse con los obtenidos en los Estados Unidos de América, debido a la gran diferencia que existe en cuanto a recursos económicos y tecnológicos, sin embargo, es una cifra muy aceptable. Respecto el porcentaje de sobrevivencia de los caballos intervenidos por laparotomía, en México hay dos referencias, una de ellas en la

Enfermería Hípica del Heróico Colegio Militar con un promedio obtenido cercano al 45%, mientras que en el hospital para equinos de la Facultad de Medicina Veterinaria de la UNAM hay cerca de un 60%. Estas diferencias pueden atribuirse a las técnicas empleadas, tipo de instalaciones y equipos empleados.

Previo al tratamiento de laparatomía exploratoria, es necesario un manejo de soporte, que incluye descompresión gástrica, fluidoterapia, manejo analgésico y posteriormente la exploración quirúrgica (Osirni, 2000). Un trabajo realizado por Duque *et al.* (2010), han sugerido que es recomendable realizar descompresión gástrica, fluidoterapia y administración de analgésicos. En caso de no existir buena respuesta al tratamiento, entonces si se recomienda realizar la laparotomía exploratoria.

La técnica de laparotomía requiere manipulación quirúrgica para visualizar, localizar, identificar, exponer, examinar y corregir las estructuras anómalas al momento de la exploración dentro de la cavidad abdominal (Adams, 1998; Awori *et al.*, 2003). Este procedimiento se realiza con el caballo en decúbito dorsal, se incide línea media de caudal a craneal aproximadamente 10 cm con navaja de bisturí # 21. La incisión puede ser mediana (vertical en la línea media del paciente), paramediana (vertical en otra parte del abdomen), transversal (horizontal), en forma de T o curvada, según las necesidades de la cirugía. Luego se continúa la incisión a través de la grasa subcutánea, los músculos abdominales y, finalmente, el peritoneo. El electrocauterio se usa a menudo para cortar el tejido subcutáneo, ya que tiene la capacidad de detener el sangrado mientras se corta. Se pueden usar instrumentos llamados retractores para mantener abierta la incisión una vez que la cavidad abdominal ha sido expuesta (Laparotomy, 2018). Ducharme (2003), ha propuesto en el desarrollo de esta técnica, que se pincen los vasos sanguíneos cutáneos y subcutáneos. Se penetra el peritoneo separándolo con los dedos a lo largo del plano de incisión. La cavidad abdominal se explora en cuatro cuadrantes continuando con la cavidad pélvica (Figura 3).

LAPARATOMIA EXPLORATORIA EN EQUINOS SANOS Y SU EFECTO SOBRE EL DOLOR Y CONSTANTES FISIOLÓGICAS

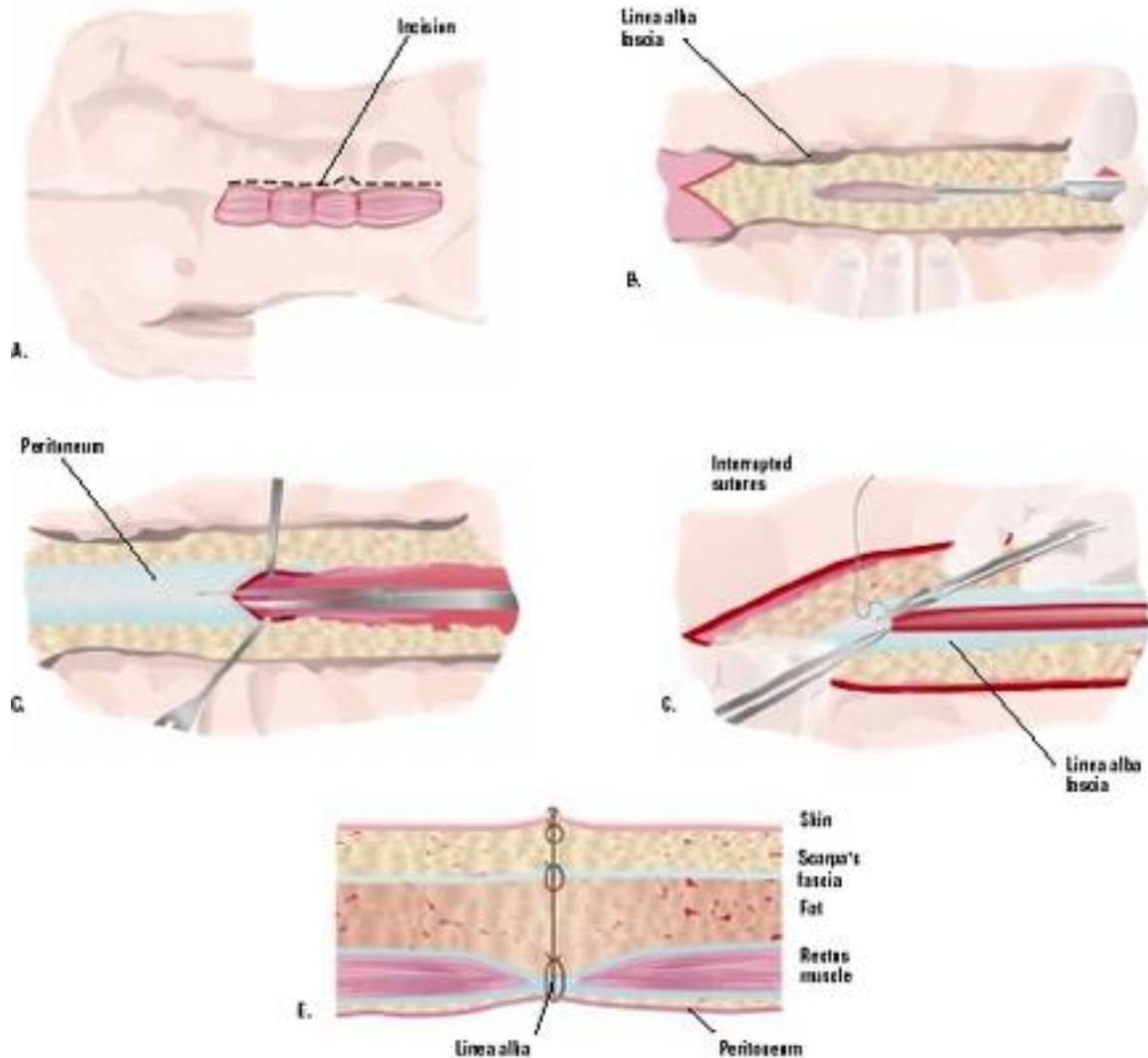


Figura 3. Incisión realizada en la región abdominal durante laparotomía exploratoria. A) La piel y el tejido conectivo llamado fascia se dividen. B) El revestimiento de la cavidad abdominal, el peritoneo, se corta, y se realiza cualquier procedimiento exploratorio. C). Para cerrar la incisión, se suturan el peritoneo, la fascia y la piel (Tomado de Laparatomy, 2018).

Posteriormente se exteriorizan las vísceras, iniciando por el ápice del ciego traccionando hacia caudal para exponer las bandas cecales dorsal y lateral.

Siguiendo el recorrido rostral de la banda dorsal, se distingue el pliegue ileocecal que continua hacia la base del ciego hasta encontrar el íleon, que se identifica por su pared más gruesa y la inserción anti-mesentérica de los pliegues ileocecales. Mientras se manipula el intestino delgado, la pared intestinal se sostiene cuidando de no arrastrar el mesenterio. El intestino delgado se exterioriza hasta alcanzar el duodeno. Posteriormente se coloca el intestino delgado dentro de la cavidad abdominal y se localiza en ciego el pliegue cecocolico con el fin de exteriorizar colon, se inicia colocando un brazo por debajo del colon izquierdo levantando y retrayendo; el objetivo es exteriorizar en primer lugar la flexura pelviana. El colon menor se exterioriza después de identificar su contenido característico en el abdomen caudal y retraerlo fuera del abdomen (Ducharme 2003; Díaz, 2015). El cirujano puede entonces explorar la cavidad abdominal en busca de un trauma. Los órganos abdominales serán examinados en busca de evidencia de infección, inflamación, perforación, crecimientos anormales u otras afecciones. Cualquier líquido que rodea los órganos abdominales será inspeccionado. La presencia de sangre, bilis u otros líquidos puede indicar enfermedades o lesiones específicas. En algunos casos, un olor anormal encontrado al entrar en la cavidad abdominal puede ser evidencia de infección o de un órgano gastrointestinal perforado (Laparatomy, 2018). En caso de encontrar anomalías, el cirujano puede tratar al paciente previo al cierre de la herida o iniciar el tratamiento después de la cirugía exploratoria. Se sugiere extraer muestras de tejidos y/o fluidos para un análisis. Si no se encuentran anomalías, o si no se requiere tratamiento inmediato, la incisión puede cerrarse, para lo cual, se introduce el colon colocando en primer lugar la flexura pelviana lado izquierdo hacia caudal, y posterior el ápice del ciego hacia craneal. Se realiza el cierre de la pared abdominal.

El material de sutura se elige de acuerdo a la resistencia, para capa muscular se elige un patrón de sutura continuo simple con sutura absorbible multifilamento trenzado de ácido Poliglicólico No.3 (Surgicryil PGA Atramat®, Brasil). Para piel se elige un patrón de sutura colchonero con Poliamida Monofilamento 1 (Supramid, KRUISEZ®, Dinamarca). Se administra cicatrizante Aluspray (VETOQUINOL®, Francia) y se coloca un apósito de gasa estéril del tamaño de la incisión, sujeto con puntos separados a nivel de la herida (Díaz, 2015).

Vasey (1998), señaló que cuando se realiza una laparotomía exploratoria, es común encontrar el intestino edematoso y necrosado según el tiempo que lleve el animal con la estrangulación, y que en este sentido, se debe hacer tracción suave aferente y eferente del intestino evitando el rompimiento de la vena porta hepática o la vena cava, lo cual podría causar la muerte del animal.

3. Dolor

El dolor es la percepción de la experiencia sensorial inducida por un estímulo nocivo que comúnmente se asocia a daño tisular. La asociación Internacional para el estudio del dolor (IASP, por sus siglas en inglés) ha definido dolor como “una sensación sensorial y emocional no placentera, asociada con un potencial o actual daño tisular (Sánchez-Aparicio *et al.*, 2014). El dolor es una parte esencial de la vida cotidiana, es necesario y útil para la supervivencia del individuo y de ciertas especies animales, sobre todo aquellas que se desarrollan en un ambiente potencialmente hostil (Cox *et al.*, 2006), en este sentido, el dolor es adaptativo. Los procedimientos quirúrgicos pueden desencadenar una cascada de eventos que actúan para sensibilizar las redes centrales y periféricas del dolor, resultando en dolor desadaptativo (Borsook *et al.*, 2013).

Tradicionalmente, el dolor se ha clasificado según su duración como aguda o crónica, desde el punto de vista de su ubicación anatómica como superficial, profunda, visceral, somática o musculoesquelética, en función a su calidad como opaca, aguda, ardor, punzante, palpitante, persistente o recurrente, y por su intensidad como leve, moderada, grave, insoportable o paralizante (Scholz J., Woolf, C.J.2002). Aunque estas definiciones son útiles, no lo hacen abarcar cualquier mecanismo que ayude con un tratamiento racional. Una clasificación más mecanicista y útil ha sido considerada e incluye el dolor nociceptivo, dolor inflamatorio y dolor neuropático (Guedes, 2017).

3.1.- El dolor en caballos

En el caso del ser humano, de manera verbal es capaz de informar objetivamente si el dolor está presente o no, incluso puede describir la magnitud, duración y

características de la experiencia del dolor (Guedes, 2017). Aunque originalmente redactado en el contexto de la experiencia del ser humano, esta definición puede ser aplicada en el campo veterinario. Implica que el dolor es muy subjetivo cuya experiencia sensorial es de carácter complejo y multidimensional a nivel cerebral, especialmente a nivel de la corteza (Driessen, 2007). En el caballo, su expresión verbal no es una opción viable para realizar la evaluación del dolor: No obstante, las observaciones de comportamiento, junto con la evaluación de los parámetros fisiológicos, son la columna vertebral para evaluar el dolor y la respuesta a los analgésicos (Guedes, 2017). De manera general, se ha establecido que los caballos que presenten dolor expresan comportamiento inusual, comportamientos nuevos, e incluso dejan de presentar el comportamiento normal. Estos comportamientos pueden o no estar acompañados de cambios en los parámetros fisiológicos como son frecuencia cardíaca, respiratoria, presión arterial y motilidad intestinal. Debido a lo anterior, en el área equina, no existe una receta exacta para la evaluación el manejo del dolor, pues los caballos que incluso han sido sometidos a un procedimiento quirúrgico no tienen la misma condición médica dolorosa.

3.2 Dolor postquirúrgico

Es innegable que la mayoría de los pacientes que son sometidos a una intervención quirúrgica padecen dolor en un grado variable (Rosa-Díaz *et al.*, 2014). El caballo que sufre dolor gastrointestinal postquirúrgico suele comportarse de diversas maneras en función al grado de dolor, duración y severidad (Fisher, 2006).

La importancia de tratar el dolor postquirúrgico, se fundamenta en la posibilidad de producir complicaciones dadas por los cambios rápidos en las respuestas de los pacientes que se traducen en manifestaciones sistémicas (Rosa-Díaz *et al.*, 2014). El dolor postoperatorio no cumple una función útil; varias publicaciones (Ceraso, 2001; Barreda y Fontaine, 2007) señalaron las consecuencias de no tratarlo y aumentar la morbimortalidad postoperatoria. Lo hicieron a través de la descripción de una serie de sucesos conocidos como reacción neuroendocrina y metabólica al

estrés. El dolor postoperatorio está asociado a un estímulo nocivo, es decir, a un componente de lesión y daño tisular con o sin compromiso visceral que pone en marcha el mecanismo del dolor por activación de los llamados nociceptores. En su producción concurren todos aquellos neuromediadores y neuromoduladores de las vías de conducción y centros integradores del dolor. De alguna manera, estas condiciones ya están establecidas en los pacientes con patologías que requieren tratamiento quirúrgico urgente. Se asume que la intensidad y carácter del dolor postoperatorio variará con el acto quirúrgico y cesará con la cicatrización de los tejidos; sin embargo, algunos estados agudos pueden evolucionar a la cronicidad (Bujedo *et al.*, 2007).

3.3.- Sistemas de medición del dolor en caballos

El dolor es definido por la International Association for the Study of Pain (IASP) como una experiencia sensorial y emocional no placentera, asociada con daño tisular real o potencial (Hellyer *et al.*, 2007; Restrepo *et al.*, 2007; Grubb, 2010). Aunque puede definirse mejor como un evento sensitivo que involucra al sistema nervioso periférico y central, aunado a una experiencia no placentera que surge y afecta recíprocamente los procesos conscientes más altos (Lamont, 2008). La experiencia del dolor puede ejercer efectos negativos sobre los parámetros fisiológicos y el animal puede cambiar su comportamiento y fisiología con el objetivo de reducir o evitar daños (Molony y Kent, 1997).

Pritchett *et al.* (2003), publicó una escala numérica en la cual valora los signos en el caballo durante la monitorización post-operatoria, la cual le permite el refinamiento de la analgesia. Esta escala, actualmente es usada por la comisión ética asesora para la experimentación animal de la universidad de Zaragoza, quienes recientemente publicaron una serie de tablas relacionadas a la evaluación del dolor en el caballo en función a los signos o interpretación del dolor agrupándolos por regiones, destacado aparato locomotor y región abdominal. De estas tablas, retomaremos solo una de ellas, considerada la más representativa para el dolor postquirúrgico abdominal del caballo (Cuadro 1).

**LAPARATOMIA EXPLORATORIA EN EQUINOS SANOS Y SU EFECTO SOBRE EL DOLOR Y
CONSTANTES FISIOLÓGICAS**

1. Escala del dolor post-operatoria a nivel abdominal en el caballo.

PARÁMETROS	SIGNOS	VALORACIÓN	PUNTUACIÓN
Postural * Dolor **	Ninguno	1	
	Ocasional	3	
	Continuamente	4	
Posición de la cabeza	Por encima de la cruz.	1	
	A la altura de la cruz.	3	
	Por debajo de la cruz.	4	
Posición de las orejas	Hacia adelante y en movimiento.	1	
	Casi hacia atrás, inmóviles.	4	
Situación del animal en caballeriza	En la puerta observando lo que pasa.	1	
	En pie en medio de la caballeriza, de cara a la puerta.	2	
	En pie en medio de la caballeriza, de cara a la pared.	3	
	En pie en medio de la caballeriza, mostrando la grupa.	4	
Marcha espontanea	Se mueve libremente	1	
	Pasea esporádicamente	2	
	Inmóvil	4	
Socialización *			
Respuesta a la apertura de la puerta.	Se mueve hacia la puerta.	1	
	Mira hacia la puerta.	2	
	No responde	4	
Respuesta a la aproximación.	Se dirige hacia la observación, gira las orejas.	1	
	Mira al observador, gira las orejas.	2	
	Se mueve y observa a distancia.	3	
	inmóvil	4	
Levantamiento de extremidades	Levanta tras la petición.	1	
	Levanta tras estimulación.	3	
	Reticente a levanta la extremidad.	4	
Respuesta al dar grano.	Se mueve y busca el grano	1	
	Mira hacia el grano.	2	
	Sin respuesta	4	

Tomado de Pritchett *et al.* (2003)

* Aletración del comportamiento es la suma del valor de la postura y de la socialización.

** Patear, sudoración profusa, mirarse a los flancos, elevar los labios superiores o signos de Fleming (sin expectativas reproductivas) o permanecer inquieto (levantarse o tumbarse repetidamente)

Después de haber revisado la información disponible sobre este tema, se puede aseverar que no hay un parámetro simple o único que indique específicamente la presencia de dolor y que la expresión de este se nota con la evaluación de

variables conductuales, fisiológicas y emocionales (Büttner y Finke, 2000; Lerche, 2009). No obstante, se debe señalar que en los caballos es complicado reconocer con precisión o cuantificar el dolor en caballos. Aunque las vías nerviosas en los caballos son similares al ser humano en cuanto a fisiología y percepción, la respuesta emocional y el elemento psicológico son distintos (Fisher, 2006; Díaz, 2015). En suma a estos hallazgos, la International Veterinary Academy of Pain Management de la Universidad de Colorado y Ashley *et al.* (2005), señalaron si, las manifestaciones dolorosas varían en función del temperamento del animal y de las características del dolor tales como la duración.

La evaluación del dolor se basa en la probabilidad, parámetros fisiológicos y respuestas conductuales. La probabilidad está influida por las experiencias clínicas. La mayoría de los cambios fisiológicos comprende la activación del sistema nervioso simpático. Los cambios en la frecuencia cardíaca, circulación periférica y cambios respiratorios pueden indicar dolor. Sin embargo, los parámetros fisiológicos no deben ser utilizados con exclusividad para evaluar el dolor ya que otras variables pueden alterarlos, como son la hipovolemia, el estrés, administración de drogas o deshidratación. Diversas características conductuales reconocidas del dolor pueden ser utilizadas junto con las respuestas fisiológicas para evaluar a los pacientes postquirúrgicos (Díaz, 2015).

Pritchett *et al.* (2003) y Thomasy *et al.* (2004), coinciden en que la utilización de las escalas numéricas permiten realizar la valoración de signos en el caballo durante la monitorización post-operatoria y el refinamiento de la analgesia. Respecto a las herramientas de evaluación del dolor disponibles en la actualidad para su uso en caballos, existen diversas, por ejemplo, Guedes (2017), señaló el uso de escalas numéricas unidimensionales que pueden incluir escalas descriptivas simples con números asignados a cada nivel de dolor para facilitar la tabulación y análisis como la señalada por Mair (2003). A la fecha, existen infinidad de pruebas subjetivas de comportamiento para la evaluación del dolor, se les llama subjetivas porque no están probadas como confiables en el ámbito veterinario. La escala de dolor asociada a procedimientos quirúrgicos, es la de Mair publicadas en 2003, misma que se describe a continuación.

LAPARATOMIA EXPLORATORIA EN EQUINOS SANOS Y SU EFECTO SOBRE EL DOLOR Y CONSTANTES FISIOLÓGICAS

- *Escala visual análoga:* el observador califica el grado de dolor de 0 a 10 o a 100. Suele ser una herramienta sencilla. El criterio varía entre observadores, por lo que es la prueba más subjetiva.
- *Escala simple descriptiva:* calificación en pocos niveles (leve, moderado, severo).
- *Escala numérica:* se asigna un valor numérico a una serie de comportamientos definidos y clasificados, por lo que la suma de valores individuales es igual al grado de dolor. A pesar de esta variación en los signos clínicos durante un postquirúrgico de abdomen en el caballo, el grado de dolor abdominal se evalúa por la siguiente escala numérica retomada por Mair (2003) (Cuadro 2):

Cuadro 2. Clasificación del grado de dolor a nivel gastrointestinal.

Valor	Clasificación	Características
0	SIN DOLOR	0
1	DOLOR LEVE	Escarba el suelo de forma ocasional, gira la cabeza hacia, el flanco, se estira y se mantiene tendido durante más tiempo que el habitual, retuerce el labio superior, se encuentra inapetente, se apoya (retrocede) contra la pared, juega con el agua.
2	DOLOR MODERADO	Inquietud, escarba el suelo, calambres con intentos de echarse , posición en cuclillas , se mantiene echado, se revuelca mira hacia el flanco, adopta una posición de perro sentado, gime.
3	DOLOR INTENSO	Sudoración, se revuelca con violencia, cae al suelo, inquietud extrema, otros signos mencionados en dolor leve y moderado.
4	DEPRESIÓN	Indiferencia al medio (estupor) se observa después de un episodio grave de cólico cuando está la necrosis intestinal avanzada.

Tomado de Mair (2003).

En base a la información descrita en esta escala, se puede señalar que cuanto más grave es la enfermedad, más intenso será el dolor.

3.4.- Constantes fisiológicas postquirúrgicas

El verbo en latín *monere*, que significa “avisar, informar”, es el origen de la palabra inglesa *monitor*. En la práctica médica, los pacientes deben ser sometidos a vigilancia, a fin de detectar alteraciones en diversos parámetros fisiológicos; de esta manera se consigue un aviso por adelantado del deterioro de uno o más sistemas orgánicos. La meta que se pretende alcanzar es que el clínico tome acciones apropiadas en forma oportuna para evitar o reducir los trastornos funcionales (Alarcon y Fink, 2010). En este sentido, la vigilancia fisiológica o el monitoreo del paciente, se utiliza como un elemento precautorio para ajustar y adaptar intervenciones terapéuticas. En el ámbito de la medicina veterinaria, el quirófano es uno de los sitios en que se utilizan sistemáticamente las formas más avanzadas de vigilancia en la atención de sujetos en estado crítico. Ducharme, 2003 y Harreveld Van *et al.*, 2003 han señalado que la atención postoperatoria tras una cirugía de abdomen es esencial para asegurar el bienestar del paciente equino.

La vigilancia fisiológica comprende diversos comportamientos que varían en complejidad desde la medición corriente e intermitente de los signos vitales como temperatura, frecuencia cardíaca, presión arterial y frecuencia respiratoria (Alarcon y Fink, 2010). A la fecha, en el ámbito clínico, no existe consenso sobre los parámetros más apropiados que deben vigilarse. Además, una decisión terapéutica inapropiada basada en datos fisiológicos inexactos o en una mala interpretación de datos correctos puede conducir a un resultado erróneo. Debido a lo anterior, resulta importante incorporar los datos fisiológicos que se obtienen de la vigilancia en un plan de tratamiento. Los objetivos primordiales durante la atención postoperatoria en un paciente sometido a procedimiento quirúrgico de la región abdominal, son normalizar y mantener el estado cardiovascular, reconocer y manejar la inflamación a nivel del íleo y reconocer las complicaciones abdominales postoperatorias como dolor, peritonitis, enteritis anterior (Ducharme, 2003).

El equipamiento habitual para realizar un examen físico incluye termómetro y estetoscopio. La identificación temprana de los signos clínicos es indispensable para mejorar el pronóstico y evitar complicaciones postquirúrgicas (Schwart'z, 2010).

3.4.1.- Frecuencia cardiaca

El sistema cardiovascular se caracteriza por poseer una parte funcional, determinada por el rendimiento cardíaco y una parte dimensional, representada por el volumen sanguíneo y variables relacionadas. Ambos componentes son determinantes de la liberación de oxígeno a tejidos metabólicamente activos, el rendimiento cardíaco viene determinado por la frecuencia cardíaca y el volumen latido. Conocer la frecuencia cardíaca puede dar una idea fiable de la condición física de un caballo, ya que sus variaciones le permiten al veterinario saber cómo responde al ejercicio, como en su recuperación posterior y además permite obtener un indicador de la salud del animal (Cunningham, 2002).

La frecuencia cardíaca es uno de los parámetros a considerar en la valoración clínica de un paciente veterinario (Chamorro *et al.*, 2003). La auscultación cardíaca permite valorar la frecuencia y la regularidad del ritmo cardíaco (Singer y Smith, 2002). La aparición de taquicardia o bradicardia pueden tener consecuencias fatales (Chamorro *et al.*, 2003). Se sabe que los incrementos de la frecuencia y del pulso dependen en cierta medida de la presencia de dolor, pero también se puede encontrar elevada por deshidratación, retorno venoso reducido, estrés y toxemia. En caballos, los valores normales del TPR señalan que la frecuencia cardíaca normal es de 28-45 latidos por minuto, las elevaciones con respecto a este valor en pacientes con cólico o sometidos a cirugía de abdomen por lo general se deben a ansiedad, dolor e hipovolemia (Harreveld y Gaughan, 2003). El incremento de la frecuencia cardíaca es un buen indicador de la intensidad del dolor y de manera indirecta, del trastorno intestinal original (Morresey, 2011).

El compromiso cardiovascular en un paciente con patología intestinal puede estar asociado con la severidad de la lesión. En estos casos junto con la evaluación de la frecuencia y del ritmo cardíaco, es necesario tomar en cuenta la calidad del pulso, color de las membranas mucosas, tiempo de llenado capilar y la perfusión de las extremidades distales (palpación de los cascos fríos o calientes) (Slovic,

2009). En los últimos años, la definición y clasificación del estado de choque han estado sujetos a revisiones y cambios constantes. Tradicionalmente, el estado de choque se ha definido como un estado de hipoperfusión sistémica. También ha sido descrito con mayor complejidad, como una insuficiencia global de perfusión tisular que conduce a insuficiencia del aporte de oxígeno y nutrientes para satisfacer las necesidades de tejidos. El choque se divide en hipovolémico, distributivo, obstructivo y cardiogénico dependiendo de la causa fisiológica que llevo al paciente a ese estado (López-Cruz *et al.*, 2018). El choque hipovolémico ocurre secundariamente en la disminución del volumen de sangre circulante que ocurre cuando el fluido extracelular es secuestrado a terceros espacios debido a distensión del colon, intestino delgado o estómago. La deshidratación ocurre en pacientes con choque hipovolémico cuando el fluido es movido del espacio intracelular al espacio extracelular y posterior al lumen del intestino delgado. En un esfuerzo de proveer adecuada perfusión al tejido dañado, la frecuencia del corazón tiende a elevarse (Slovic, 2009). Debido a lo anterior, el desequilibrio hidroelectrolítico se traduce en disfunción vascular y se activan otros mecanismos de compensación, aunado a el descenso de la presión arterial.

3.4.2.- Frecuencia respiratoria

El ritmo normal de respiración en el equino es de 8 a 15 respiraciones por minuto (Sellon *et al.*, 2010). La frecuencia respiratoria se obtiene por auscultación directa con estetoscopio a nivel de tráquea. La medición de este parámetro se realiza acorde al estado de reposo. La frecuencia respiratoria rápida y superficial puede asociarse con dolor, acidosis metabólica o ambos (Harreveld y Gaughan, 2003). La disnea o la respiración superficial pueden deberse a la presión aplicada sobre el diafragma por una distensión gástrica o intestinal grave (Taylor, F.G.R., Hillyer, M.H. 2003).

3.5. Cuidados postquirúrgicos del caballo

La atención post-quirúrgica adecuada determina la evolución del paciente y el resultado final. Esta incluye el restablecimiento de la homeostasia, el control del dolor y el reconocimiento temprano de las complicaciones. Después de la cirugía,

los animales son llevados al cuarto de recuperación, caracterizado por ser un cuarto tranquilo, cerrado, protegido con colchones en paredes y donde se les pueda supervisar sin sufrir daño. Los equinos deben ser colocados en decúbito lateral izquierdo hasta que sean capaces de incorporarse sin asistencia. Los caballos deben evaluarse respecto a su actitud en estado de alerta, responsivo y tranquilo. Se evalúa el dolor, constantes fisiológicas (temperatura, frecuencia cardiaca, frecuencia respiratoria, frecuencia y calidad del pulso, mucosas orales y tiempo de llenado capilar), sonidos del tracto gastrointestinal y pulso digital; monitoreándose cada 3 a 12 horas dependiendo la severidad y la duración de la cirugía (Southwood, 2005).

A continuación, se desglosarán diversos aspectos a considerar después de un procedimiento postquirúrgico, los cuales están establecidos en los protocolos básicos a nivel hospitalario equina.

Medicación general postquirúrgica: Se ha sugerido realizar antibioterapia en función del nivel invasivo de la técnica y de las infecciones preexistentes, además de una terapia de tipo antiinflamatoria.

Antibioterapia: Algunos de los fármacos más utilizados son Penicilina G sódica (20.000 UI/kg) cada 6 horas + gentamicina (9 mg/kg) cada 24 horas (IV) 3-7 días. Ceftiofur (2-5 mg/kg) cada 12 horas (IM/IV) 5-7 días. Sulfamida-trimetoprim (15-30 mg/kg) cada 12 horas (IM/IV) 5-7 días. Enrofloxacin (2,5 mg/kg) cada 12 horas (PO) 5-7 días. Penicilina G procaínica (10.000 UI/kg) + estreptomycin (10 mg/kg) cada 24 horas (IM) 5-7 días. Oxitetraciclina (5 mg/kg) cada 12 horas (IV) 5-7 días.

Terapia antiinflamatoria: En función del nivel invasivo de la técnica y de las inflamaciones y dolores preexistentes, se ha sugerido la administración de Flunixin meglumine a razón de 1 mg/kg/24h IV por 5 días. Fenilbutazona a razón de 2.5 a 4.5 mg/kg cada 24 horas IV/PO 3 a 5 días. Suxibuzona (3-6 mg/kg) cada 12 horas (PO) 3-6 días.

Atención clínica general postquirúrgica: La cual inicia con el control de hospitalización básico que consiste en monitoreo de la gravedad del proceso por al menos tres veces al día a través de la consulta de los registros de hospitalización. En caso de vendajes, se sugiere el retiro de estos al menos 1 vez

al día. Lavados del área quirúrgica con suero salino fisiológico o en su caso con agua y jabón dermatológico en función de las necesidades además del secado al menos una vez al día. Cura y antisepsia rutinarias aplicando aluminio micronizado al menos una vez al día.

Manejo, alimentación, higiene y cuidados generales postquirúrgicos: Estancia en caballeriza con cama abundante y permanentemente seca a base de paja o viruta de madera. Alimentación al menos tres veces al día o bien *ad libitum* con forrajes y mediante pastoreo durante los paseos de rehabilitación. Concentrado específico sólo en caso de necesidades alimenticias especiales. Agua *ad libitum* y bloque corrector vitamínico mineral. Paseos de rehabilitación por pradera y pastoreo de césped, al menos de media hora y como mínimo dos veces al día.

3.5.1.- Manejo del dolor

El manejo del dolor en el caballo resulta complejo de evaluar, en la mayoría de las ocasiones se requiere de la administración de fármacos y resulta costoso el tratamiento para la erradicación del dolor. El dolor influye en la calidad de atención del paciente así como también en los resultados quirúrgicos. Los caballos tratados en el periodo postquirúrgico por dolor retornan a sus funciones normales de acicalamiento, ingestión y bebida de agua con mayor rapidez respecto a los caballos no tratados. Previamente, ha sido considerado la opción de realizar alguna manipulación medioambiental para mejorar el bienestar del paciente veterinario, no obstante, en la mayoría de los casos postquirúrgicos es necesaria la administración de analgésicos, tranquilizantes o sedantes para mitigar el dolor. Los analgésicos comúnmente usados son los medicamentos antiinflamatorios no esteroideos o AINE, los α -adrenérgicos agonistas y los opioides, todos ellos permiten el control del dolor visceral. Los beneficios positivos de la analgesia incluyen el mantenimiento del peso corporal y hospitalizaciones más cortas. El uso de analgésicos en caballos aumenta en función a la complejidad del tratamiento quirúrgico (Maththews y Gwendolyn, 2007).

El adecuado manejo del dolor post-operatorio comienza durante el periodo prequirúrgico. Las medicaciones analgésicas deben administrarse de modo preventivo con la finalidad de inhibir la nocicepción antes de iniciado el estímulo

doloroso. El primer principio básico del manejo del dolor después de una cirugía, consiste en promover la motilidad del sistema digestivo (Zimmel, 2003). Durante el post-quirúrgico, es recomendable que el caballo camine por periodos cortos de tiempo (15 a 30 minutos) ya que le ayuda a eliminar parcialmente el gas acumulado en el sistema digestivo, el cual le causa incomodidad. Caminar excesivamente al caballo está contraindicado, es conocido que el ejercicio excesivo es causa de deshidratación y debilitamiento.

Guedes (2017) describió una serie de consideraciones generales cuando se piensa en la terapia del dolor. Es importante conocer éstas, para que de acuerdo al caso, sea posible la prevención o tratamiento del dolor. A continuación, se describen dichas consideraciones.

1. Dolor vs. nocicepción: el dolor requiere la activación de toda la vía neural, concluyendo con un estímulo nocivo periférico. Los procesos neurales codifican estímulos nocivos sin producir conciencia y se denominan nocicepción. Los agentes anestésicos inhalados como Isoflurano, sevoflurano o desflurano ilustran estas diferencias, en el sentido de que son efectivas para prevenir el conocimiento de la cirugía, pero por lo general no son muy efectivos para prevenir la codificación de estímulos nocivos. Es decir, previenen el dolor, pero no la nocicepción. Esta distinción es importante porque la activación de las vías neurales durante la cirugía puede causar neuro plasticidad y dolor mejorado después de la operación (Borsook *et al.*, 2013).

2. Analgesia preventiva: considerada la medicina preventiva del dolor. Instituye la terapia anti nociceptiva antes de la lesión tisular y puede prevenir o reducir el dolor patológico y la necesidad de analgésicos de manera significativa. La cirugía es una circunstancia única cuya resultante conocida es el dolor, lo cual, da la oportunidad de diseñar un protocolo anti nociceptivo preventivo.

3. Analgesia multimodal: en los caballos, la mayoría de los escenarios clínicos involucran más de un tipo de dolor. Incluso un solo tipo de dolor implica múltiples mecanismos. La combinación farmacológica y las estrategias no farmacológicas con distintas dianas estructurales y moleculares proporcionan las herramientas más efectivas contra el dolor (Muir *et al.*, 2008).

JUSTIFICACIÓN

Los problemas patológicos a nivel abdominal que presentan los caballos en el mundo oscilan en aproximadamente 10 casos de cada 100 por año, de estos al menos 5 casos requieren de un procedimiento quirúrgico. En México, los problemas gastrointestinales pueden ser diagnosticados y tratados de una mejor forma a través de la realización de un procedimiento de laparotomía exploratoria, la cual se utiliza para ubicar y corregir la lesión intestinal. Esto impacta positivamente en los caballos, pues incrementa el porcentaje de sobrevivencia de los animales. No obstante, al menos 3 de cada 10 caballos pueden presentar problemas infecciosos a nivel de la línea alba. Debido a la manipulación de los tejidos durante el procedimiento quirúrgico de laparotomía, el grado de dolor visceral en estos pacientes incrementa, principalmente en las primeras 72 horas post-quirúrgica el cual es un periodo crítico para la sobrevivencia del paciente equino. A la fecha, no existen estudios en equinos con o sin signos de síndrome abdominal agudo que indiquen de una manera precisa el grado de dolor ocasionado por el efecto de la manipulación de los tejidos ni la evaluación de los parámetros físicos durante el procedimiento quirúrgico de laparotomía exploratoria. En este sentido, se considera necesario evaluar el efecto de la laparotomía exploratoria sobre el grado de dolor y los cambios en los valores de los parámetros fisiológicos frecuencia cardíaca y respiratoria.

HIPÓTESIS

El procedimiento de laparotomía exploratoria en caballos sanos favorece la presencia de dolor a causa de la manipulación quirúrgica, desencadenando el aumento en los valores de las constantes fisiológicas frecuencia cardiaca y respiratoria.

OBJETIVOS

GENERAL

Evaluar el efecto de la técnica de laparotomía exploratoria sobre el grado de dolor y las constantes fisiológicas en caballos sanos.

ESPECÍFICOS

Determinar el grado de dolor postoperatorio generado por la manipulación de los tejidos durante el procedimiento quirúrgico de laparotomía exploratoria en caballos.

Caracterizar el efecto de la manipulación del tracto gastrointestinal durante la laparotomía exploratoria sobre la frecuencia cardiaca y respiratoria en equinos sanos.

MATERIAL

- **Material Biológico**

2 caballos machos criollos enteros y 3 hembras con un peso promedio de 183.5 kg

- **Material Quirúrgico**

Alcohol etílico 96%

Campos quirúrgicos

Campos quirúrgicos adhesivos impermeables

Catéter estéril de teflón IV calibre 14G x2

Diazepam 10 mg/2 mL

Flunixin de meglumine 50 mg/mL

Gasas

Gentamicina 100 mg/mL

Intubación orotraqueal

Isoflurano

Ketamina 1000 mg/10 mL

Penicilina 5,000,000 UI

Sueros solución Hartmman

Vaporizado al 100% en oxígeno

Venoclisis espiral

Xilacina 10%

- **Material de campo**

Estetoscopio

Termómetro

Jeringas estériles de plástico graduada de 10 mL

Agujas 21 G x 32 mm

METODOLOGÍA

5 caballos se asignaron al grupo experimental y fueron sometidos a un procedimiento quirúrgico de laparotomía exploratoria. Los equinos fueron transportados al Hospital Veterinario para Grandes Especies (HVGE) de la UAEMex bajo los lineamientos de la Norma Oficial Mexicana NOM-024-ZOO-1995, Especificaciones y características zoosanitarias para el transporte de animales, sus productos y subproductos, productos químicos, farmacéuticos, biológicos y alimenticios para uso en animales o consumo. Los animales estuvieron en observación desde su arribo al HVGE-UAEMex (Figura 4) y hasta el día de la cirugía (aproximadamente 7 días), periodo suficiente para aclimatarlos y constatar que estuvieran clínicamente sanos mediante examen físico (Figura 5).



Figura 4. Arribo de un equino incluido en el estudio al HVGE.



Figura 5. Obtención de la temperatura corporal vía rectal con termómetro digital.

Evaluación física

Se consideró la evaluación de constantes fisiológicas frecuencia cardiaca y respiratoria (Figura 6), además del grado de dolor descrito por Mair, (2003). Las evaluaciones se realizaron desde 24 horas previas al quirúrgico en cuatro momentos con intervalos de seis horas y su promedio fue el valor basal. El momento de la cirugía fue considerado como la hora cero. Durante el periodo postcirugía igual a tres días, se realizaron 12 evaluaciones físicas en intervalos de seis horas, las cuatro evaluaciones obtenidas por cada día, se agruparon como 24, 48 y 72 horas post-cirugía. Los valores de estas variables se expresaron como promedio \pm error estándar.

LAPARATOMIA EXPLORATORIA EN EQUINOS SANOS Y SU EFECTO SOBRE EL DOLOR Y CONSTANTES FISIOLÓGICAS



Figura 6. Evaluación de la frecuencia respiratoria.

Procedimiento

Los equinos fueron sometidos a un ayuno de sólidos durante 12 horas previas al procedimiento quirúrgico y agua *ad libitum*. Se colocó un catéter estéril de teflón IV en vena yugular, calibre 14Gx2" sobre la aguja (Punzocat®, Equipos Médicos Vizcarra, México) (Figura 7).

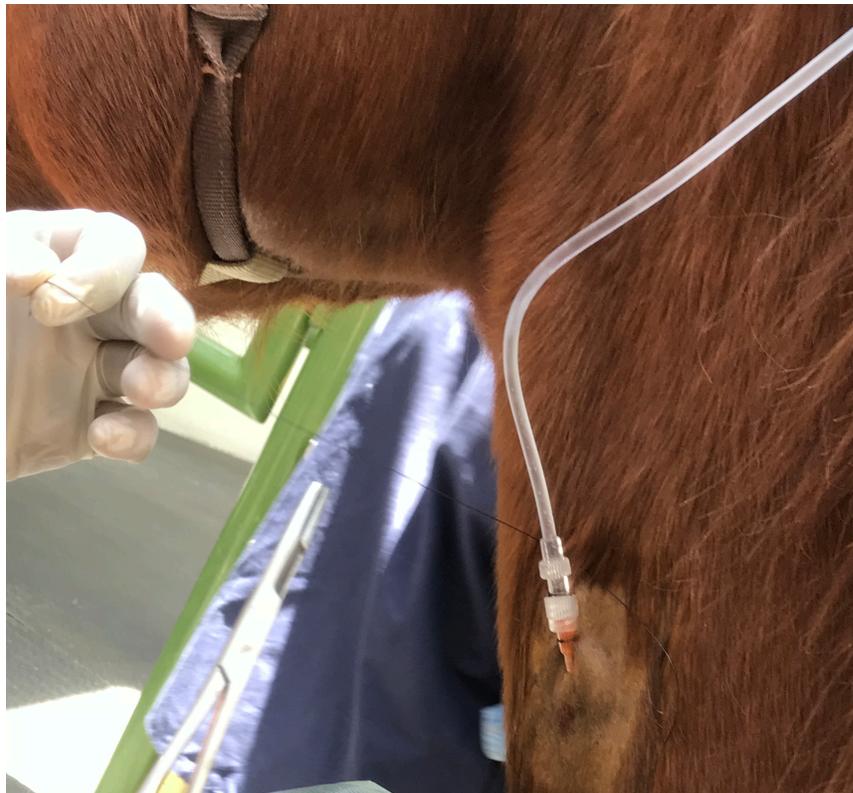


Figura 7. Colocación y fijación de catéter.

El control del dolor visceral durante el plano quirúrgico se realizó bajo el procedimiento descrito previamente por Díaz-Archundia (2017), administrando un fármaco con efecto analgésico y desinflamatorio no esterooidal, Napzin 1.1 mg/Kg (Flunixin de meglumine, IV 50 mg/mL, PISA Agropecuaria ®, México). La antibioterapia fue con Pisacilina 22.000 mg/kg (Penicilina sódica, IV 5,000.000, Agropecuaria ®, México) y Gertaerba 6.6 mg/Kg (Gentamicina, IV 100 mg/mL PISA Agropecuaria ®, México). Previo a su ingreso al quirófano, se realizó un protocolo de limpieza en boca, cascos y rasurado de abdomen sobre la banda lineal, para mejorar la fijación de los campos quirúrgicos adhesivos impermeables. Anestesia: La premedicación anestésica se realizó bajo el procedimiento descrito previamente por Díaz-Archundia (2017), administrando ProcinEquus 1.1 mg/Kg (Xilacina 10 %, IV, PISA Agropecuaria ®, México). Al alcanzar el plano de sedación (Figura 8), se realizó la inducción de la anestesia a dosis de Valium 0.1 mg/Kg (Diazepam 10 mg/ 2mL, IV, PISA Agropecuaria ®, México) y Anesket 2.2 mg/Kg (Ketamina 1000 mg/10 mL, IV, PISA Agropecuaria ®, México). Finalmente

LAPARATOMIA EXPLORATORIA EN EQUINOS SANOS Y SU EFECTO SOBRE EL DOLOR Y CONSTANTES FISIOLÓGICAS

se llevó a cabo la intubación orotraqueal, la cual fue conectada a un circuito de reinhalación, el plano anestésico se mantuvo con isoflurano (Isoflurane, USP, VET ONE ®) vaporizado en oxígeno al 100 %.



Figura 8. Identificación del grado de sedación mediante la posición de la cabeza y relajación peneana.

Procedimiento quirúrgico:

El procedimiento de laparotomía exploratoria se realizó acorde a la técnica descrita previamente por Ducharme (2003) adaptada a las condiciones de este estudio.

Procedimiento Post-quirúrgico:

Durante el periodo post-quirúrgico, los sujetos bajo estudio estuvieron alojados en las caballerizas de la unidad de cuidados intensivos del HVGE-UAEMex. El manejo de dolor post-cirugía se realizó mediante el protocolo descrito por Southwood (2005), administrando Napzin 1.1 mg/Kg (Flunixin de meglumine, IV 50 mg/mL, PISA Agropecuaria ®, México) cada 12 horas durante 5 días. La antibioterapia fue a base de Pisacilina 22.000 mg/Kg (Penicilina sódica, IV 5,000.000, Agropecuaria ®, México) cada 6 horas por 5 días y Gertaerba 6.6

mg/kg (Gentamicina, IV 100 mg/mL PISA Agropecuaria ®, México) cada 24 horas durante un periodo de 5 días.

Análisis Estadístico

Las variables de la evaluación física pre y postquirúrgica en caballos fueron expresados con el valor promedio. Se realizó una prueba estadística ANOVA de una vía para las variables frecuencia cardíaca y/o frecuencia respiratoria. Para aseverar la significancia estadística entre los diferentes grupos experimentales se fijo un nivel de significancia de $P \leq 0.05$. Los análisis se realizaron con el software estadístico GraphPad 5 de laboratorios prisma (ANEXO 1).

LIMITE DE ESPACIO

Esta investigación se llevó a cabo en las instalaciones del Hospital Veterinario Grandes Especies de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma del Estado de México ubicado en el Cerrillo Piedras Blancas, municipio de Toluca, Estado de México con latitud norte de 19° 17' 29" de latitud norte y a los 99° 39' 38" de longitud oeste (Figura 8).



Figura 9. Ubicación geográfica de las instalaciones de la FMVZ-UAEMex.

LÍMITE DE TIEMPO

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividades realizadas	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Búsqueda de información.	X					
Identificación de la técnica de laparatomía.	X					
Trabajo de campo.		X	X			
Monitoreo de pacientes pre-quirúrgico.				X		
Ejecución de la fase experimental.				X		
Monitoreo de pacientes post-quirúrgico.				X		
Análisis estadístico.				X		
Redacción de resultados.					X	
Redacción de tesis.					X	
Trámites en la FMVZ en el departamento de titulación.						X
Obtención del título.						X

RESULTADOS

Parámetros físicos pre-quirúrgicos y post-quirúrgicos

En el presente estudio, se emplearon un total de 5 caballos, estos animales conformaron un solo grupo. La edad de los animales fue de 10.5 años y el peso de 183.5 Kg en promedio. En el siguiente cuadro, se incluyeron los parámetros de frecuencia cardiaca y respiratoria, aunado al grado de dolor. Estos parámetros fueron evaluados en 4 momentos, el primer momento 24 horas previas al procedimiento quirúrgico, y los otros 3 momentos en el post-quirúrgico, específicamente a las 24, 48 y 72 horas. Todos estos valores fueron expresados como valor promedio.

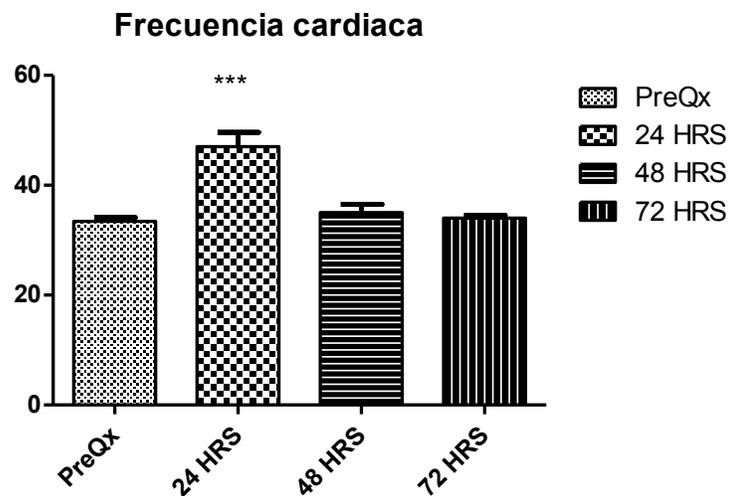
Previo al procedimiento quirúrgico, todos los animales fueron ayunados durante un periodo de 12 horas, la etapa post-quirúrgica tuvo una duración de 3 días. Durante este periodo, fue realizada la evaluación de los parámetros relacionados a las constantes fisiológicas de frecuencia cardiaca-respiratoria y grado de dolor. En relación a los parámetros fisiológicas, se observó que los valores de la frecuencia cardiaca y respiratoria se mantuvieron dentro de los valores normales de un caballo propio de esa edad.

La evaluación del grado de dolor demostró que previo al procedimiento quirúrgico, los animales no padecían de dolor. Mientras que a las primeras 24 horas posteriores al procedimiento quirúrgico, se identificó que los animales presentaron ligero grado de dolor, mismo que disminuyó conforme incremento el tiempo de recuperación.

Cuadro 3. *Parámetros físicos pre-quirúrgicos y post-quirúrgicos (promedio).*

PARÁMETROS	PRE-QUIRÚRGICO	POST-QUIRÚRGICO.			VALOR P
	-24 hrs	24 hrs	48 hrs	72 hrs	
F. Cardiaca (lat/min)	33.40	47***	35	34	P=0.0002
F. Respiratoria. (resp/min)	8.2	8.8	8.8	9.2	P=0.586
Grado de dolor.	0	1	0	0	P=0.2096

Para conocer el efecto de la laparotomía exploratoria sobre los parámetros evaluados, frecuencia cardiaca – respiratoria y grado de dolor, se realizaron gráficos con los valores obtenidos en el experimento. La evolución de los pacientes durante el periodo crítico (0-72 horas post-quirúrgico) se indican en los gráficos del 1 al 3. En el gráfico 1, se observan los valores de la frecuencia cardiaca, en la cual es de importancia señalar que los caballos evaluados a las 24 horas post-quirúrgico, presentaron un aumento estadísticamente significativo ($P<0.0002$) respecto al valor basal (-24 horas) mientras que a las 48 y 72 horas post-quirúrgico, se identificó la disminución de la frecuencia cardiaca con tendencia hacia el restablecimiento del paciente.

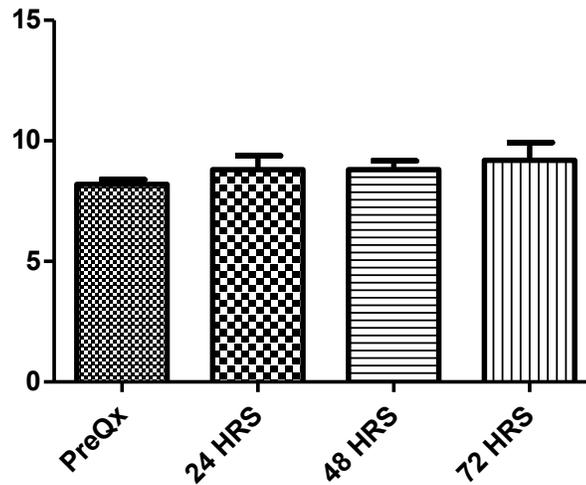


Gráfica 1. En esta grafica se aprecia un incremento estadísticamente significativo de los latidos de frecuencia cardiaca a las 24 horas posteriores a la cirugía,. Conforme avanza el tiempo de recuperación, deja de haber cambios estadísticos significativos.

*** = Señalan la diferencia significativa entre los tratamientos: $P=(0.0002)$

En el gráfico 2 se encuentran los datos relacionados a la variable de frecuencia respiratoria, destacando que no hay cambios estadísticamente significativos ni pre quirúrgico ni post quirúrgico.

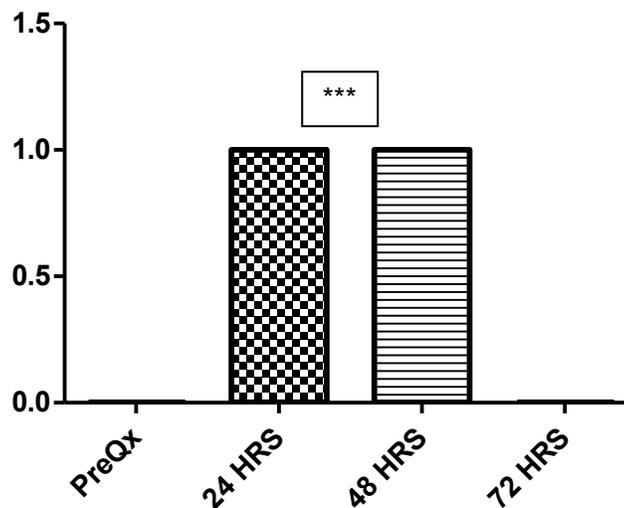
Frecuencia respiratoria



Gráfica 2. En esta gráfica se identifican los valores de la variable frecuencia respiratoria en el pre y post-quirúrgico. En la cual, no se observan cambios estadísticamente significativos en ninguno de los momentos de evaluación del estudio ni en la comparación entre grupos.

En relación a la evaluación del grado de dolor, se identificó que en el pre-quirúrgico hubo ausencia de dolor. Mientras que en el post-quirúrgico durante las 24 y 48 horas posteriores al procedimiento, hubo un aumento estadísticamente significativo ($P= 0.01$). El cual disminuyó hasta el valor de cero, conforme transcurría el periodo crítico de recuperación.

Escala de dolor



Gráfica 3. En esta gráfica se identifican los valores de la dolor en el caballo pre y post-quirúrgico.

*** = Señalan la diferencia significativa entre los tratamientos: $P=(0.0002)$

DISCUSIÓN

El estudio permitió la inclusión de 5 caballos, los cuales fueron incluidos en un solo grupo. La edad y peso promedio de los animales fue de 10.5 años. Pritchett *et al.* (2003) realizaron un estudio donde incluyó 3 grupos con pacientes equinos que fueron sometidos a procedimientos quirúrgicos a nivel abdominal y la edad promedio de los pacientes fue la misma que en nuestro estudio, equivalente a 10.2 años. Mair y Smith (2005) realizaron un estudio en caballos, los cuales fueron sometidos a cirugía de cólico e incluyeron 300 caballos con una edad de 11.3 ± 6.7 años. En este rango, la edad coincide con la edad de los caballos que se incluyeron en nuestro estudio. Lo anterior, permite identificar que a esa edad, los caballos pueden ser más susceptibles a presentar este tipo de problemas, no obstante, son multifactoriales las causas que generan trastornos a nivel gástrico.

En el ámbito de la clínica equina es menester identificar las variables físicas y clínicas de los pacientes equinos hospitalizados, lo anterior es de utilidad para el clínico pues le auxilia en el pronóstico del paciente y le permite tomar una decisión terapéutica (Ihler, *et al.*, 2004). En un estudio realizado por Ihler *et al.* (2004), fueron reportadas las variables clínicas de frecuencia respiratoria y frecuencia cardiaca en caballos, lo cual permite identificar estas variables como indicadores del estatus cardiovascular. En este estudio se realizó la evaluación de parámetros físicos, entre ellos la frecuencia cardiaca antes y después del procedimiento quirúrgico. En este sentido, Blikslager, (2005) señaló la importancia de medir indicadores como la frecuencia cardiaca, siempre y cuando los pacientes equinos presenten alguna de las siguientes patologías: dolor, hipovolemia o choque séptico. Las evaluaciones realizadas por algunos veterinarios especialistas en equinos que ejercen en el Reino Unido como Price *et al.*, (2002) y otros más de Alemania y Bélgica como Dujardin y van Loon, (2011) han demostrado a través de sus estudios que la frecuencia cardiaca es señalada como un criterio importante y viable para ser aplicado en evaluaciones de pacientes en las que algún grado de dolor este presente. No obstante, en los experimentos antes señalados no se han

realizado pruebas estadísticas de correlación entre las variables frecuencia cardiaca y dolor. Aunque a nivel práctico en los hospitales, la frecuencia cardiaca es uno de los parámetros considerados para ser asociados al dolor y a la mejora del paciente.

La frecuencia cardiaca de los pacientes bajo estudio previo al procedimiento quirúrgico fue de aproximadamente 33.40 latidos por minuto. Morresey (2011), señaló que valores entre 24 a 40 latidos por minuto están asociados a valores normales en caballos sanos. Acorde a los datos anteriores, los valores obtenidos en este estudio, son indicativos de haber incluido en el estudio, caballos sanos. No obstante, algunos estudios como el de Mair y Smith (2005), realizaron un estudio que publicaron en 2 partes , en la primera de ellas, se enfocaron a el grado de sobrevivencia y porcentaje de complicaciones de 300 caballos que ingresaron a quirófano para que les fuese realizada una cirugía por causa de cólico. Los investigadores reportaron valores de la frecuencia cardiaca a la admisión al hospital donde la media y promedio fueron 56 ± 16 y 55 latidos por minuto respectivamente. Valores muy por encima de los reportados en este estudio, lo anterior, porque ellos trabajaron con caballos que ya tenían comprometida su salud al ingreso al hospital y en este estudio, se trabajo con caballos sanos.

Respecto a la frecuencia respiratoria normal en el equino, en este estudio se registraron valores de 8.2 respiraciones por minuto. En este sentido, Sellon *et al.* (2010) señalaron que caballos considerados sanos presentan de 8 a 15 respiraciones por minuto. Lo cual indica que los caballaos de este estudio previo al procedimiento quirúrgico carecían de patologías asociadas a problemas cardiacos al momento del desarrollo del estudio.

Este estudio, incluyó la evaluación del dolor en el paciente equino, previo al procedimiento quirúrgico, el grado de dolor registrado fue equivalente a 0. Fisher (2006) indico que un valor a 0 es indicativo de ausencia de dolor, pero que debe considerarse que cuando hay presencia de dolor, se debe tener en cuenta que existe variación en el valor de acuerdo con la personalidad y el umbral del dolor de cada paciente.

Las evaluaciones físicas realizadas posterior al procedimiento quirúrgico de

laparotomía incluyeron a la frecuencia cardiaca, la cual se obtuvo durante los primeros 3 días posteriores, cuyo valor fue disminuyendo de 74 a 35 a 34 latidos por minuto a las 24, 48 y 72 horas posteriores al procedimiento quirúrgico. La valoración y los resultados obtenidos en caballos sometidos a cirugía de abdomen son trascendentales siempre y cuando los pacientes sean evaluados entre las 15 y 25 horas, pues es considerado como el periodo crítico de recuperación del paciente equino, el valor reportado para la variable frecuencia cardiaca fue de 50 ± 19 latidos por minuto (Proudman *et al.* 2002). Al realizar la comparación de los valores, se puede señalar que los caballos bajo estudio no sobrepasaron los 47 latidos por minuto. En estudios realizados previamente, se ha demostrado que frecuencias cardiacas mayores a 80 latidos por minuto están asociadas a un pronóstico desfavorable para el paciente equino (Moore *et al.* 2007; Proudman *et al.*, 2002. En base a esos hallazgos, se puede inferir que los caballos incluidos en este estudio tuvieron un buen pronóstico y pronta recuperación. Lo anterior era algo que los clínicos esperaban debido a que la frecuencia cardiaca permaneció baja durante el periodo de recuperación. En contraste, Mair y Smith (2005) realizaron un estudio de sobrevivencia en caballos sometidos a cirugía de cólico cuya frecuencia cardiaca a la admisión al hospital fue de 56 ± 16 latidos por minuto. Los investigadores reportaron que la sobrevivencia a corto plazo estaba relacionada a la frecuencia cardiaca, donde la tasa de sobrevivencia más alta fue en caballos admitidos con frecuencias cardiacas entre 40 a 49 latidos por minuto siendo de 83.5% de sobrevivencia. Lo anterior es un indicador importante, pues mientras más elevados son los valores de la frecuencia cardiaca a la admisión, la tasa de mortalidad incrementa. Y como en este estudio, los valores oscilaron entre 37 latidos por minuto, se explica una tasa de sobrevivencia del 100% de los pacientes.

El grado de dolor fue evaluado en este estudio, diversos autores Price *et al.*, (2002, Dujardin y van Loon, (2011) han sugerido que el reconocimiento del dolor en caballos posterior a un procedimiento quirúrgico de laparotomía es importante para garantizar el término del bienestar animal y ha recibido especial interés en las últimas décadas. Los caballos bajo estudio presentaron un grado de dolor nulo, con un valor de 0 al inicio del estudio, y el máximo valor registrado fue de 1 a las

24 horas posteriores al procedimiento quirúrgico. Y si bien es cierto, en ningún momento durante la realización del estudio alcanzaron el valor 2, el cual es considerado como dolor moderado. Durante la etapa de recuperación del paciente equino, se ha señalado que existen complicaciones post-operatorias, destacando en la mayoría de los casos, la persistencia del dolor e incluso de cada 10 pacientes, 3.2 presentan esta problemática, lo cual tiene un efecto significativo negativo sobre el porcentaje de sobrevivencia, favoreciendo el aumento en el porcentaje de mortalidad (Mair y Smith, 2005). En esta investigación, el 100% de los caballos presento un incremento en la escala del dolor únicamente en las primeras 24 horas post cirugía, pero la persistencia a las 72 horas se redujo hasta llegar al 0%. Lo cual explica una tasa de sobrevivencia de los animales bajo estudio del 100%. No obstante, es necesario señalar que diversos estudios Mair y Smith, 2005; Proudman *et al.*, 2002 han evaluado la tasa de sobrevivencia de los caballos que han sido sometidos a procedimientos quirúrgicos y que han presentado dolor severo a corto plazo, aunado a un estado cardiovascular deficiente. En caballos, las relaciones intestinales inflamatorias son descritas después del daño isquemia-repercusión, infección parasitaria o colitis inducida experimentalmente (Moore *et al.*, 2007; Hopster-Iversen, 2011) todas ellas coinciden en que el efecto de la manipulación intestinal mecánica, provoca una rápida reacción inflamatoria local en la mucosa, submucosa y la serosa que incluye una respuesta de la mucosa eosinofílica. Estos cambios pueden exacerbar la inflamación existente en los caballos con patologías del intestino. Estas reacciones inflamatorias muy posiblemente se suscitaron desde el procedimiento quirúrgico y hasta las primeras 24 horas posteriores al procedimiento quirúrgico.

La analgesia post-operativa del caballo generalmente incluye el uso de agentes antiinflamatorios no esteroideos como el meglumina de flunixin que actúa localmente para prevenir la sensibilización de los nociceptores que acompañan la inflamación, pero en otras especies no son suficientes para aliviar el dolor visceral severo asociado con una cirugía abdominal mayor. Parámetros cuantitativos fisiológicos y comportamentales son usados para evaluar el dolor post-operativo y la respuesta del manejo del dolor en diferentes especies, como se menciono previamente, el diseño experimental realizado en el estudio de Pritchett *et al.*

(2003) permitió identificar indicadores de dolor post-operativo seguidos de un procedimiento de cirugía de abdomen mediante los valores fisiológicos y comportamentales de los caballos,. La combinación de valores fisiológicos y comportamentales es considerado más útil que solamente los parámetros fisiológicos para evaluar diferencias individuales entre especies en respuesta a cambios en el medio ambiente y sus desafíos.

CONCLUSIÓN

La técnica de laparatomía exploratoria en equinos sanos altera los valores de la frecuencia cardiaca e incrementa el grado de dolor a las 24 horas posteriores al procedimiento quirúrgico.

LITERATURA CITADA.

Adams, S.B. (1998). Principios de cirugía abdominal. En: Medicina y cirugía equina. 3th edn., Eds: P. Colahan, I. Mayhew, A. Merrit, J. Moore, Intermedica, Buenos Aires. pp 469-485.

<http://librosmvzpdf.blogspot.com/2018/01/medicina-y-cirurgia-equina-colahan.html>

Alarcon H. L., Fink, O.M. (2010). Capítulo 13 Vigilancia fisiológica del paciente quirúrgico En: Schwartz. Principios de Cirugía. Segunda edición. Ed. Mc Graw-Hill Medical.

<https://accessmedicina.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1513§ionid=98624783>

Ashley F.H., Waterman-Pearson A.E., Whay, H.R. 2005. Behavioural assessment of pain in horses and donkeys: application to clinical practice and future studies. Equine Veterinary Journal. 37(6):565-575.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16295937>

Awori, Nelson., Bayley A., Beasley, A., Boland, J., Crawford, M., Driessen, F., Foster, A., Grham, W., Hancock, B., Hancock B., Hankis, G., Harrison, N., Kennedy Ian, Kyambi, J., Nundy, S., Sheperd, J., Stewart, J., Warren, G., Wood, M. (2003). Laparotomy." *Primary Surgery*. <https://www.surgeryencyclopedia.com/La-Pa/Laparotomy-Exploratory.html#ixzz5UyXyZryz>

<https://www.surgeryencyclopedia.com/La-Pa/Laparotomy-Exploratory.html>

Barreda, R.L., Fontaine, J.C. (2007). Nuevas alternativas farmacológicas para analgesia postoperatoria multimodal. Rev Chil Anest. 36:188- 196.

<https://docplayer.es/44694321-Nuevas-alternativas-farmacologicas-para-analgesia-posoperatoria-multimodal.html>

Borsook, D., Kussman, B.D., George, E. (2013). Surgically induced neuropathic pain: understanding the perioperative process. Ann Surg. 257(3):403–412.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3546123/>

Bujedo, B.M., Bizueta, I.T., Santos, S.G., Garde, R.A. (2007). Estrategias para el abordaje multimodal del dolor y de la recuperación postoperatoria. Rev Esp Anest Reanim. 54:29-40.

https://www.researchgate.net/profile/Borja_Mugabure_Bujedo/publication/6487691_Multi_modal_approaches_to_postoperative_pain_management_and_convalescence_Estrategias_para_el_abordaje_multimodal_del_dolor_y_de_la_recuperacion_postoperatoria/links/5b184ec1458515cd61aedebb/Multimodal-approaches-to-postoperative-pain-management-and-convalescence-Estrategias-para-el-abordaje-multimodal-del-dolor-y-de-la-recuperacion-postoperatoria.pdf?origin=publication_detail

Büttner, W., Finke, W. (2000) Analysis of behavioural and physiological parameters for the assessment of postoperative analgesic demand in newborns, infants and young children: A comprehensive report on seven consecutive studies. *Pediatric Anesthesia* 10: 303-318.

<https://europepmc.org/abstract/med/10792748>

Blikslager, A.T. (2005) Treatment of gastrointestinal obstruction – Stomach impaction, ileal impaction, and cecal impaction. American Association of Equine Practitioners. AAEP. FOCUS Meeting, Québec, Canada.

https://www.researchgate.net/publication/242257513_Treatment_of_Gastrointestinal_Obstruction_-_Stomach_Impaction_Ileal_Impaction_and_Cecal_Impaction

Casey, J.R. (1998). Incarceration of the Small Intestine by the Epiploic Foramen in Fifteen Horses. *Canadian Veterinary Journal*. 29(4):378-382.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1680899/>

Ceraso, O.L. (2001). Dolor ketamina. *Dynia*. 11:44.

<http://www.medigraphic.com/pdfs/rma/cma-2014/cma141c.pdf>

Chamorro, A.B., Romero O.M.N., Iglesias C.H., Bravo P.M., Vallecillo C.M. (2003). Seguimiento de la frecuencia cardíaca y la presión parcial de oxígeno durante la cirugía. *Avances en Odontoestomatología*. 75-80.

<http://scielo.isciii.es/pdf/odonto/v19n2/original2.pdf>

Colbath, A.C., Patipa, L., Berghaus, R.D., Parks, A.H. (2013) The influence of suture pattern on the incidence of incisional drainage following exploratory laparotomy. *Equine Vet. J.* 46:156-160.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23663132>

Cox, J.J., Reimann, F., Nicholas, A.K. (2006). An SCN9A channelopathy causes congenital inability to experience pain. *Nature*. 444(7121):894–898.

<https://moh-it.pure.elsevier.com/en/publications/an-scn9a-channelopathy-causes-congenital-inability-to-experience->

Cunningham, (2002). *Fisiología Veterinaria*. 5ta edición. EUA, Elsevier Saunders. 720 pp.

<https://www.elsevier.com/books/cunningham-fisiologia-veterinaria/klein/978-84-9022-317-8>

Díaz-Archundia A.Y. (2015). Evaluación del efecto de la celiotomía en equinos, mediante parámetros físicos, clínicos y ecográficos. Tesis Maestría. Universidad Autónoma

del Estado de México, Toluca, México. 65 p.

Díaz-Archundia, A.Y., Ibancovich-Camarillo, J.A., Recillas-Morales, S., Venebra-Muñoz, A., Cipriano-Salazar, M., Córdova-Izquierdo, A., Sánchez-Aparicio, P. 2017. Effects of jejunal manipulation during surgical laparotomy techniques and its evaluation using physical, Clinical and Echographic parameters in horses. *Journal of Equine Veterinary Science*. 58:40-46.

<http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/67802/EFFECTSOFJEJUNAL....pdf?sequence=1>

Driessen B. (2007). Pain: From Sign to Disease. *Equine practice*. 120-125.

https://www.researchgate.net/publication/238154666_Pain_From_Sign_to_Disease

Ducharme, N.G. (2003) Exploración quirúrgica del abdomen. En: Mair, T., Divers, T., Ducharme, N. editores. *Manual de gastroenterología equina*. 1a Ed. Buenos Aires: Ed. Intermedica. Pp 187- 193.

Dujardin, C.L.L., van Loon, J.P.A.M. (2011) Pain recognition and treatment in the horse: A survey of equine veterinarians in the Netherlands and Belgium. *Tijdschrift voor Diergeneeskunde* 136: 715-724.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22026220>

Duque, B.D., Ospina, C., Arango S. (2010). Surgical management for entrapment of the small intestine in the epiploic foramen in a PSI horse. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*. 5(2):86-94.

<http://www.scielo.org.co/pdf/rccp/v20n4/v20n4a08.pdf>

Fisher, A.J. (2006). Colic: Diagnosis, Preoperative Management, and Surgical Approaches. In: Auer & Stick editors. *Equine Surgery*. 3rd Edn. USA, Ed Saunders, Elsevier. Pp 387-394.

<https://www.elsevier.com/books/equine-surgery/9781416001232>

Freeman D. (2018). 50th Birthday Review Series: Colic Surgery. *Equine Veterinary Journal*; 50: 423-435.

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/evj.12817>

Grubb W.N. (2010). Chronic neuropathic pain in veterinary patient. *Topics in companion Animal Medicine*. 25(1): 45-52.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20188338>

Guedes, A. (2017) Pain Management in horses. *Vet Clin Equine* 33:181-211.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28325179>

Ghezzi, C.A., Domínguez, M., Islas, S.M.T. (2005). Abordaje-a-la-cavidad-abdominal-del-equino. U.N.C.P.B.A. - F.C.V. Área Anatomía.

<http://www.vet.unicen.edu.ar/ActividadesCurriculares/AnatomiaII/images/Documentos/2015/CAVIDAD%20ABDOMINAL%20%20EQUINO.pdf>

Hellyer P, Rodan I, Brunt J, Downing R, Hagedorn JE, Robertson SA (2007). AAHA/AAFP pain management guidelines for dogs and cats. *J Feline Med Surg*; 9(6): 466-480. Grubb T. (2010): What do we really know about the drugs we use to treat chronic pain *Top Companion Anim Med*; 25(1): 10-19.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17823472>

Hopster-Iversen C., Hopster, K., Staszky, C., Rohn, K., Freeman, D., Rotting, A.K. (2011) Influence of mechanical manipulaciones on the local inflammatory reacción in the equine colon. *Equine Veterinary Journal*. 43 (Supple. 39):1-7.

<https://aaep.org/sites/default/files/2018-08/Equine%20Veterinary%20Education%20January%202015.pdf>

Ihler, C.F., Venger, J. L., Skjerve E. (2004). Evaluation of clinical and Laboratory Variables as Prognostic Indicators in Hospitalised Gastrointestinal Colic Horses. *Acta vet. scand.* 45:109-118.

http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1019-91282009000300011

Isgren, C.M., Salem, E.E., Townsend, N. B., Timofte, D., Maddox, T.W., Archer D.C. (2018) Sequential bacterial sampling of the midline incisión in horses undergoing exploratory laparotomy. *Equine Veterinary Education*. 26.

https://www.researchgate.net/publication/324677001_Sequential_bacterial_sampling_of_the_midline_incision_in_horses_undergoing_exploratory_laparotomy

Jerbi, H., Rejeb, A., Erdoğan, S., Pérez, W. (2014). Anatomical and morphometric study of gastrointestinal tract of donkey (*Equus africanus asinus*). *J. Morphol. Sci.* 31(1): 18-22.

https://www.researchgate.net/publication/276006627_Anatomical_and_morphometric_study_of_gastrointestinaltract_of_donkey_Equus_africanus_asinus

Laparotomy, exploratory. (2018). Página visitada el 25 de octubre de 2018.

<https://www.surgeryencyclopedia.com/La-Pa/Laparotomy-Exploratory.html#ixzz5UyXyZryz>

Lamont, L.A. (2008) Adjunctive analgesic therapy in veterinary medicine. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*; 38(6): 1187-1203.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18954680>

Lerche, P. (2009) Assessment and treatment of pain in horses. *Equine Veterinary Education*

21:44-45.

<file:///C:/Users/UAEM/Downloads/LoonBewTV.pdf>

López-Cruz F., Pérez R.B.G.R., Tapia, I.E.X., Paz, C.D.C., Ochoa, M.X., Cano, E.A.A., Sánchez, C.A., Montiel, F.H.M. (2018). *Anales Médicos*. 63(1):48-54.

Mair, T.S. (2003) Evaluación clínica del paciente con cólico. En: Mair, T., Divers, T., Ducharme, N. editores. *Manual de gastroenterología equina*. 1a Ed. Buenos Aires: Ed. Intermedica. Pp 127-139.

https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-628587537-manual-de-gastroenterologia-equina-tim-mair-intermedica-_JM

Mair, T.S., Smith L.J. (2005) Survival and complication rates in 300 horses undergoing surgical treatment of colic. Part 1: Short-term survival following a single laparotomy. *Equine vet. J.* 37 (4) 296-302.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16028616>

Molony, V., Kent, J.E. (1997) Assessment of acute pain in farm animals using behavioural and physiological measurements. *Journal of Animal Science* 75, 266-272.

https://www.researchgate.net/publication/14181549_Assessment_of_Acute_Pain_in_Farm_Animals_Using_Behavioral_and_Physiological_Measurements

Moore, J.M. (2003). Visualization of equine gastrointestinal anatomy. 8th Congress on equine medicine and surgery. (www.ivis.org), 2003;P0702.1203 20 DE Enero 2005.

<http://www.ivis.org/proceedings/weva/2009/456.pdf?LA=1>

Moore, J., Barton, M., White, N. (2007) *The Glass Horse Equine Colic interactive CD & Supplemental text*. The University of Georgia and the Glass Horse Project.

<http://vetbooks.ir/the-glass-horse-equine-colic-supplemental-text-and-interactive-cd/>

Morresey, P.R. (2011) Evaluation of the Equine Acute Abdomen Patient in the Field: Interpretation of Historical and Clinical Findings. *Proceedings of the AAEP Focus Meeting on Colic*, Indianapolis, IN, USA.

<https://pdfs.semanticscholar.org/477d/23d0100a61b068536f018b629e013f17f6ae.pdf>

Muir W.M., Hubbell, A.E.J., Bednarski, M.R. Skarda, T.R. (2008). *Manual de Anestesia Veterinaria*. 4ta Edición, Elsevier Mosby, España, 645 p.

<https://latam.casadellibro.com/libro-manual-de-anestesia-veterinaria-4-ed/9788480862943/1178086>

NOM-024-Z00-1995. Especificaciones y características zoosanitarias para el transporte de animales, sus productos y subproductos, productos químicos, farmacéuticos, biológicos y alimenticios para uso en animales o consumo. *Diario Oficial de la Federación*.

Philips, T.J., Walmsley, J.P. (1993) Retrospective analysis of the results of 151 exploratory laparotomies in horses with gastrointestinal disease. *Equine Vet. J.* 25:427-431.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.2042-3306.1993.tb02985.x>

Price, J., Marques, J.M., Welsh, E.M., Waran, N.K. (2002) Pilot epidemiological study of attitudes towards pain in horses. *Vet Record.* 151: 570-575.
<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.884.8758&rep=rep1&type=pdf>

Pritchett LC., Ulibarri,C., Roberts MC. (2003). Identification of potential physiological and behavioral indicators of postoperative pain in horses after exploratory celiotomy for colic. *Appl An Behav. Sci.* 80:31.43.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4312484/>

Proudman, C.J., Smith J.E., Edwards, G.B., French, N.P. (2002). Long-term survival of equine surgical colic cases. Part 2: modelling postoperative survival. *Equine Veterinary Journal.* 34:438-443.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12358043>

Raynor, M. (2017). *Anatomía del caballo.* Mexico. Editorial Trillas. Pp 127, 129 y 133.
<https://www.elsotano.com/libro-anatomia-del-caballo-libro-para-colorear-10502475>

Restrepo, G.C.E., Marrique, V.H., Botero, P.D.F. (2007). Gabapentina y pregabalina: ¿cuál es su papel en el perioperatorio? *Rev Soc Esp Dolor.* 6:432-436.
http://revista.sedolor.es/pdf/2007_06_06.pdf

Rose, E., Hudson, R. (1995) *Manual Clínico de Equinos.* Ed. Interamericana, Mc Graw Hill. Pp 232-257.
<http://www.colvema.org/pdf/anestesiocab.pdf>

Rosa-Díaz, J., Navarrete-Zuazo, V., Díaz-Mendiondo, M. (2014). Aspectos básicos del dolor postoperatorio y la analgesia multimodal preventiva. *Revista Mexicana de Anestesiología.* 37(1):18-26.
<http://www.medigraphic.com/pdfs/rma/cma-2014/cma141c.pdf>

Sánchez-Aparicio P, Ibancovich-Camarillo, J.A., Victoria-Mora J.A. (2014). *Etimologías médicas y farmacológicas de aplicación veterinaria.* B.M. Editores. 1ra Edición, México.

Scholz, J., Woolf, C.J. 2002. Can we conquer pain? *Nat Neurosci.* 5(Suppl):1062–1067.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12403987>

Sellon, D.C., Reed, S.M., Bayly, W.M. (2010) Disorders of the Respiratory System. In:

**LAPARATOMIA EXPLORATORIA EN EQUINOS SANOS Y SU EFECTO SOBRE EL DOLOR Y
CONSTANTES FISIOLÓGICAS**

Reed, MS, Bayly Wm, Sello, D.C. editors. Equine Internal Medicine. USA, Saunders. Pp 291.

<https://www.elsevier.com/books/equine-internal-medicine/9780323443296>

Singer, E. R., Smith, M. A. (2002) Examination of the horse with colic: is it medical or surgical?. Equine Vet. Education. 14 (2) 87-96.

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.2042-3292.2002.tb00147.x>

Slovis, N. (2009) Clinical Assessment of Adult Colic. Proceedings of the 11th International Congress of the World Equine Veterinary Association. Guajurá, Brazil.

<http://www.ivis.org/proceedings/weva/2009/456.pdf?LA=1>

Smith, L.J., Mair, T.S. (2010) Are horses that undergo an exploratory laparotomy for correction of a right dorsal displacement of the large colon predisposed to post operative colic, compared to other forms of large colon displacement? Equine Vet. J. 42, 44-46.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20121912>

Southwood, L.L. (2005) Peri-operative management of the uncomplicated colic patient: Basic monitoring, antimicrobials, NSAID, analgesic medication, and fluid therapy. American Association of Equine Practitioners. AAEP. FOCUS Meeting, Québec, Canada.

https://www.researchgate.net/publication/277103325_Resolucao_cirurgica_de_colicas_em_equinos_criterios_desenvolvimento_e_pos-operatorio

Taylor, F.G.R., Hillyer, M.H. (2003) Técnicas Diagnósticas de Medicina Equina. Ed. Acribia, Zaragoza.

https://www.editorialacribia.com/libro/tecnicas-diagnosticas-de-medicina-equina_54180/

Thomasy S.M., Slovis N, Maxwell LK, Kollias-Baker C. 2004. Transdermal fentanyl combined with nonsteroidal anti-inflammatory drugs for analgesia in horses. J Vet. Intem Med. 18:550-554.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15320597>

Vázquez-Rangel, J.F. (2002). Laparotomía en el caballo con síndrome abdominal agudo. Rev Sanid Milit Mex. 56 (4):181-185.

<http://www.medigraphic.com/pdfs/sanmil/sm-2002/sm024g.pdf>

Zimmel, D.N. (2003) How to manage pain and dehydration in horses with colic. In: 49th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners, New Orleans, Louisiana.

<https://eurekamag.com/research/004/188/004188095.php>

GLOSARIO

- AINES:** Los fármacos antiinflamatorios no esteroides o AINE son medicamentos que se usan para tratar tanto el dolor como la inflamación.
- A-adrenérgicos agonistas:** Es un medicamento u otra sustancia que ejerce efectos similares o idénticos a los de la adrenalina
- Anastomosis:** La anastomosis es una conexión quirúrgica entre dos estructuras.
- Celiotomía:** La Celiotomía es un procedimiento quirúrgico en el cual se practica una incisión en el abdomen.
- Choque Hipovolémico:** Síndrome complejo que se desarrolla cuando el volumen sanguíneo circulante baja a tal punto que el corazón se vuelve incapaz de bombear suficiente sangre al cuerpo.
- Contractibilidad:** Capacidad de acortarse es una característica única del tejido muscular y determina su capacidad de producir fuerza
- Distensión:** Acción que disminuye la tensión de una cosa que está tensa o que tiene tensa alguna de sus partes
- Ecografía:** Capacidad de un sistema para conservar su medio interno en equilibrio
- Edema:** Presencia de un exceso de líquido en algún órgano o tejido del cuerpo que, en ocasiones, puede ofrecer el aspecto de una hinchazón blanda
- Enterotomía:** Incisión de un asa intestinal fijada previamente al orificio cutáneo, con objeto de evacuar las materias fecales (oclusión intestinal).
- Enterectomía:** Extracción quirúrgica de parte de un intestino.
- Hipoxemia:** La hipoxemia es una disminución anormal de la presión parcial de oxígeno en la sangre arterial.
- Homeostasia:** capacidad de un sistema para conservar su medio interno en equilibrio
- Isquemia:** Detención o disminución de la circulación de sangre a través de las arterias de una determinada zona, que comporta un estado de sufrimiento celular por falta de oxígeno y materias nutritivas en la parte afectada.
- Laparotomía:** Intervención quirúrgica que consiste en abrir las paredes abdominales, sobre Línea Alba
- Motilidad Gastrointestinal:** La motilidad gastrointestinal es la acción fisiológica del aparato
- Nocicepcion:** Proceso neuronal mediante el que se codifican y procesan los estímulos potencialmente dañinos para los tejidos.
- SAA:** Síndrome Abdominal Agudo

LAPARATOMIA EXPLORATORIA EN EQUINOS SANOS Y SU EFECTO SOBRE EL DOLOR Y
CONSTANTES FISIOLÓGICAS

Anexo 1. Análisis de las variables de estudio

Parameter

Table Analyzed Frecuencia cardiaca

Repeated Measures ANOVA

P value 0.0002
P value summary ***
Are means signif. different? (P < 0.05) Yes
Number of groups 4
F 15.94
R squared 0.7994

Was the pairing significantly effective?

R squared 0.05286
F 0.8348
P value 0.5286
P value summary ns
Is there significant matching? (P < 0.05) No

ANOVA Table	SS	df	MS		
Treatment (between columns)	627.3	3	209.1		
Individual (between rows)	43.80	4	10.95		
Residual (random)	157.4	12	13.12		
Total	828.6	19			

Tukey's Multiple Comparison Test Mean Diff. q Significant? P < 0.05?

Summary 95% CI of diff

Comparison	Mean Diff.	q	Significant? P < 0.05?
PreQx vs 24 HRS	-13.60	8.397	Yes *** -20.40 to -6.799
PreQx vs 48 HRS	-1.600	0.9879	No ns -8.401 to 5.201
PreQx vs 72 HRS	-0.6000	0.3704	No ns -7.401 to 6.201
24 HRS vs 48 HRS	12.00	7.409	Yes ** 5.199 to 18.80
24 HRS vs 72 HRS	13.00	8.026	Yes *** 6.199 to 19.80
48 HRS vs 72 HRS	1.000	0.6174	No ns -5.801 to 7.801

Parameter

Table Analyzed Frecuencia respiratoria

Repeated Measures ANOVA

P value 0.5860
P value summary ns
Are means signif. different? (P < 0.05) No
Number of groups 4
F 0.6711
R squared 0.1437

Was the pairing significantly effective?

R squared 0.2526
F 1.184
P value 0.3665
P value summary ns
Is there significant matching? (P < 0.05) No

ANOVA Table	SS	df	MS		
Treatment (between columns)	2.550	3	0.8500		
Individual (between rows)	6.000	4	1.500		
Residual (random)	15.20	12	1.267		
Total	23.75	19			

Tukey's Multiple Comparison Test Mean Diff. q Significant? P < 0.05?

Summary 95% CI of diff

Comparison	Mean Diff.	q	Significant? P < 0.05?
PreQx vs 24 HRS	-0.6000	1.192	No ns -2.713 to 1.513
PreQx vs 48 HRS	-0.6000	1.192	No ns -2.713 to 1.513
PreQx vs 72 HRS	-1.000	1.987	No ns -3.113 to 1.113
24 HRS vs 48 HRS	0.0000	0.0000	No ns -2.113 to 2.113
24 HRS vs 72 HRS	-0.4000	0.7947	No ns -2.513 to 1.713
48 HRS vs 72 HRS	-0.4000	0.7947	No ns -2.513 to 1.713

**LAPARATOMIA EXPLORATORIA EN EQUINOS SANOS Y SU EFECTO SOBRE EL DOLOR Y
CONSTANTES FISIOLÓGICAS**

Parameter

Table Analyzed dolor

Friedman test

P value	0.2096	
Exact or approximate P value?	Exact	
P value summary	ns	
Are means signif. different? (P < 0.05)		No
Number of groups	4	
Friedman statistic	4.800	

Dunn's Multiple Comparison Test Difference in rank sum Significant? P < 0.05? Summary

PreQx vs 24 HRS	-4.000	No	ns
PreQx vs 48 HRS	-4.000	No	ns
PreQx vs 72 HRS	0.0000	No	ns
24 HRS vs 48 HRS	0.0000	No	ns
24 HRS vs 72 HRS	4.000	No	ns
48 HRS vs 72 HRS	4.000	No	ns