

11262



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADOS EN CIENCIAS MEDICAS, ODONTOLOGICAS Y DE LA SALUD

EFICACIA Y SEGURIDAD DE UN ABORDAJE VIDEOASISTIDO PARA LA PLICATURA DIAFRAGMATICA EN UN MODELO EXPERIMENTAL CANINO

T E S I S

PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS MEDICAS

P R E S E N T A :

JOSE FRANCISCO GONZALEZ ZAMORA

TUTOR: DRA. CECILIA RIDAURA SANZ
COTUTOR: DR. FERNANDO VILLEGAS ALVAREZ



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO

**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADOS EN CIENCIAS MÉDICAS,
ODONTOLÓGICAS Y DE LA SALUD**

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS MÉDICAS

TITULO

**EFICACIA Y SEGURIDAD DE UN ABORDAJE VIDEOASISTIDO PARA LA
PLICATURA DIAFRAGMATICA EN UN MODELO EXPERIMENTAL CANINO**

ALUMNO: José Francisco González Zamora ¹

TUTOR: Dra Cecilia Ridaura Sanz ²

COTUTOR: Dr Fernando Villegas Alvarez ^{1,3}

SEDE: INSTITUTO NACIONAL DE PEDIATRIA

COLABORADORES: Beatriz Pérez Guillé ¹, Rosa Eugenia Soriano ¹, Miguel Ángel Jiménez Bravo Luna ¹, Arturo Carmona Mancilla ¹, Pedro Gutiérrez Castellón ^{*}.

(¹) Laboratorio de Cirugía Experimental. Torre de Investigación "Joaquín Cravioto", Instituto Nacional de Pediatría.

(²) Subdirección de Investigación Médica. Instituto Nacional de Pediatría.

(³) Departamento de Cirugía. Facultad de Medicina Universidad Nacional Autónoma de México.

(^{*}) Departamento de Metodología de la Investigación. Instituto Nacional de Pediatría.

AGRADECIMIENTOS:

A Dios

A Sandra, de quien he recibido amor, apoyo y compañía.

A mis padres por darme los argumentos para estar aquí.

Al Dr Villegas por ser mi guía en este camino.

A mis hijas Regina y Natalia; y familia: Claudía, Max, Max jr, Mónica, Alejandro, Patricio, Nicolás, Karla, Blanca y Pepe.

Al laboratorio de Cirugía Experimental: Rosy, Bety, Miguel, Arturo, Sandrita, Chivis, Luchita y Cristina; por tolerarme y ayudarme siempre que lo necesité.

A mis amigos: Bárbara, Sergio, Serbelio y Carlos. Gracias por sus comentarios.

Finalmente, sería imposible pretender que en un pequeño espacio, pudiera escribir un agradecimiento a todas las personas que han contribuido en la culminación de este logro, a todas ellas.....GRACIAS !!!!!.

INDICE

	Página
RESUMEN	3
ANTECEDENTES	4
JUSTIFICACION	14
OBJETIVOS	15
HIPOTESIS	17
DISEÑO DE LA INVSTIGACION	18
MATERIAL Y METODO	
Población Objetivo	19
Población Elegible	19
Criterios de Inclusión	19
Criterios de exclusión	19
Criterios de eliminación	19
Técnica de selección	20
Cálculo de tamaño muestral	20
Cinética del experimento	21
Descripción de método	21
Experimento	22
DEFINICIONES OPERACIONALES	24
VARIABLES ANALIZADAS	26
ANALISIS ESTADISTICO	28
CONSIDERACIONES ETICAS	29
RESULTADOS	30
DISCUSION	32
CONCLUSIONES	37
FIGURAS Y CUADROS	38
APENDICE	48
BIBLIOGRAFIA	60

RESUMEN

La plicatura de un hemidiafragma flácido y sin función, suele restituir la mecánica ventilatoria alterada; el procedimiento quirúrgico puede llevarse a cabo a través de diversos accesos a la cavidad torácica. Con el objetivo de evaluar eficacia y seguridad de dos abordajes: video asistido (A) vs. toracotomía convencional (B), se llevó a cabo este experimento. **Material y método:** se incluyeron 20 perros con parálisis inducida del hemidiafragma derecho, aleatorizados a una de las dos maniobras. Se llevaron a cabo evaluaciones antes y después de la plicatura en función de las modificaciones en la frecuencia respiratoria (FR) y el área pulmonar (AP) del lado afectado. Se midió el tiempo requerido para las intervenciones quirúrgica y el periodo de reinicio de la deambulación, ingesta de líquidos y sólidos, así como la intensidad del dolor y complicaciones postoperatorias. **Resultados:** El grupo A presentó menor dolor en el postoperatorio inmediato ($p < 0.0001$), la ingesta de líquidos fue más rápida ($p < 0.05$) y la deambulación fue más temprana ($p < 0.019$). A cuatro semanas de los procedimientos, se observó un aumento del AP similar en ambos grupos y una disminución de la FR más significativa en el grupo A ($p < 0.02$). El resto de variables evaluadas no mostraron diferencias significativas. **Conclusiones:** Ambos abordajes fueron de eficacia similar. El dolor registrado en el postoperatorio inmediato fue menor y la recuperación más rápida en el grupo video asistido. Las complicaciones y tiempo quirúrgico fueron similares. El abordaje video asistido es una opción eficaz y segura en la ejecución de una plicatura diafragmática.

ANTECEDENTES

El diafragma es un domo muscular que divide el tronco humano en dos cavidades: pulmonar y abdominal. A este músculo se le describen dos zonas, una periférica o muscular y una central o tendinosa (figura 1). La zona muscular está formada por seis grupos de fascículos musculares que proceden de la columna lumbar y de la caja torácica para converger en la zona tendinosa. La porción central del diafragma tiene tres orificios por los que penetran a la cavidad abdominal la arteria aorta, el esófago y la vena cava inferior, formando los respectivos hiatos diafragmáticos. La irrigación del diafragma está dada principalmente por dos arterias que nacen de la aorta abdominal (derecha e izquierda), además por ramas procedentes de la mamaria interna y de las mediastínicas posteriores. La inervación está dada por los nervios frénicos, que inician en el plexo cervical profundo y cruzan la cavidad torácica sobre la pleura mediastinal derecha e izquierda. El nervio derecho llega al diafragma junto a la cara derecha de la vena cava inferior y el izquierdo, un poco más externo y anterior (figura 2). Ambos envían ramas anteriores, posteriores y externas, para así inervar el lado correspondiente. A semejanza con la irrigación, la inervación diafragmática solo tiene ramas terminales hacia la línea media, sin que se encuentre alguna rama nerviosa funcional, cruzando esta línea. (Figura 2) (1)

El diafragma es un músculo esencialmente inspiratorio. La parte central, que se adhiere al pericardio puede considerarse casi inmóvil, debido a su continuidad con el pericardio y con el ligamento suspensorio del corazón. La zona muscular en relajación, forma una convexidad cuyos extremos se insertan en un punto central inmóvil y en un punto variable de la cara interna de la caja torácica. Al contraerse los fascículos musculares, se vuelven rectos, haciendo descender todo el plano del diafragma (figura 3). Al mismo tiempo, los músculos intercostales elevan los arcos costales hacia arriba y hacia delante;

que en combinación con la rectificación del diafragma, se obtiene un incremento del volumen torácico (figura 3) (2).

Existen múltiples patologías que pueden afectar a este músculo; el resultado de una aplasia o atrofia de las fibras musculares en un diafragma íntegro es conocida como elevación diafragmática (ED) (3). La ED puede ser congénita, también llamada eventración; o ser adquirida como resultado de una lesión del nervio frénico y ser llamada parálisis (4).

La incidencia o prevalencia de la ED se desconoce, en 1974 Wayne reporta 69 casos en 20 años (3), en México Belio-Castillo reporta 50 casos en 17 años (5). En el Instituto Nacional de Pediatría (INP) la frecuencia reportada en 1993 fue de 5 pacientes por año en un periodo de 8 años (6). En una revisión de los procedimientos quirúrgicos realizados en el INP de enero de 1995 a diciembre de 2000, se identificaron 28 cirugías correctivas para esta enfermedad.

Ya sea eventración o parálisis, la ED puede afectar a uno o ambos lados del diafragma (hemidiafragmas) y tener un espectro variado de expresión clínica; desde la ausencia de síntomas en donde el diagnóstico se realiza como parte de un hallazgo radiológico (5), hasta pacientes con insuficiencia respiratoria severa que requieren de soporte ventilatorio, principalmente en neonatos (5,6). Cuando la ED es sintomática, los datos clínicos más relevantes son polipnea y dificultad respiratoria (6), en algunas ocasiones se puede presentar infección pulmonar aguda, deformidad torácica o insuficiencia respiratoria (5).

La sospecha de ED se basa principalmente en el cuadro clínico y en una telerradiografía de tórax en donde se hace evidente la elevación del o los hemidiafragmas afectados (5). El antecedente de trauma obstétrico, cirugía cardíaca/torácica o cirugía

cervical, hacen suponer lesión del nervio frénico. Ante la sospecha de ED, el diagnóstico se corrobora por fluoroscopia, observándose la integridad del o los hemidiafragmas afectados con ausencia de movimiento del lado lesionado. Cuando existe afección unilateral, durante la inspiración se puede observar un movimiento paradójico de los hemidiafragmas: el diafragma afectado se eleva cuando el sano desciende (5,7). Además de la fluoroscopia, se utilizan como apoyo diagnóstico el ultrasonido torácico (7), el gamagrama pulmonar perfusorio/ventilatorio (7), la tomografía computada de tórax (8) o la resonancia magnética nuclear (9); en donde de igual manera, se corrobora que existe un diafragma integro, flácido y elevado.

Cuando se diagnostica ED la conducta terapéutica depende de la presencia o no de síntomas, si el paciente está asintomático se recomienda mantenerlo en observación periódica por espacio de 6 meses, si inician síntomas o el hemidiafragma persiste elevado se procede a su corrección quirúrgica (6,10). Si la ED condiciona dificultad respiratoria se procede a su corrección quirúrgica inmediata (3, 5, 6, 11,12). De manera anecdótica, se ha descrito vigilancia médica por periodos más prolongados en presencia de síntomas leves (13), sin embargo no es el consenso.

El procedimiento quirúrgico consiste en disminuir el área del hemidiafragma afectado con la intención de tensarlo y rectificarlo, logrando descomprimir el parénquima pulmonar y mejorar la función de contracción del hemidiafragma contralateral. (14-16). Este procedimiento no recobra la movilidad del hemidiafragma lesionado, pero logra corregir los síntomas clínicos. En los casos de elevación bilateral la mejoría en los síntomas, no siempre resulta efectiva (17,18).

Existen múltiples técnicas propuestas para acortar el área diafragmática lesionada, pudiéndose resumir en dos: plicar el hemidiafragma (PD) (3, 10,19) o reseca una porción

del mismo, con traslape de los bordes (4,5). La técnica que actualmente se realiza con más frecuencia es la PD, ya sea en forma radiada o en sujete continuo (3, 11, 12, 19).

La PD realizada por cualquiera de las dos técnicas logra corregir los síntomas clínicos (3-6, 12, 17,18), así como mejoría en pruebas de mecánica ventilatoria para modelos experimentales (14, 15,16). En seguimiento de hasta 60 meses en adultos, se corroboró la desaparición de los síntomas y mejoría en las pruebas de función ventilatoria (20,21). Los resultados referidos en niños mexicanos corregidos quirúrgicamente en el INP y en el Hospital Infantil de México se reportan como “buenos” con seguimiento máximo a dos años (5,6).

La PD radiada a través de un abordaje por toracotomía convencional, ha sido la técnica realizada desde hace 30 años en el INP. Hasta 1991, el porcentaje de complicaciones postoperatorias observadas fue del 20.8 %, siendo la residiva la más frecuente (en el 10.8% del total de procedimientos realizados). La mitad de las recidivas fueron diagnosticadas en los primeros 5 días posoperatorios y el resto dentro del primer mes posterior a ser intervenidos quirúrgicamente. El resto de complicaciones, en orden de frecuencia fue neumonía, infección de herida quirúrgica, insuficiencia cardíaca, neumotórax, enfisema subcutáneo u osteomielitis costal. No se atribuyó mortalidad al procedimiento (19).

Con el advenimiento de procedimientos de mínima invasión, la propuesta actual para el tratamiento de enfermedades en tórax son los abordajes video asistidos. En una revisión de la literatura en los buscadores electrónicos MEDLINE, EMBASE, LILACS y ARTEMISA hasta enero del 2004, se encontró un gran número de investigaciones que tienden a proponer o comparar diferentes procedimientos quirúrgicos por toracotomía convencional vs. cirugía torácica video asistida; sin embargo, se identificaron pocos

ensayos clínicos controlados y aleatorizados (ECCA), en donde destacan: **1) Santambrogio** en 1995 comparó ambos abordajes para toma de biopsias pulmonares en el diagnóstico de nódulos pulmonares solitarios en adultos. Encontró que los valores predictivos son iguales (100% vs. 100%), menos dolor (26.5 ± 11.6 vs. 48.5 ± 12.8 en una escala visual análoga de dolor), menos dosis de analgésico (106 ± 15.7 vs. 143 ± 26.1 mg de ketorolaco) y menos días de estancia hospitalaria (4.6 ± 1.08 vs. 7.8 ± 0.89); con un valor de $p < 0.05$ (22). **2) Waller** (23) en 1994 comparó la eficacia y seguridad de ambos procedimientos en neumotórax espontáneo del adulto, ya sea primario o secundario. Midió la eficacia en función de la recurrencia del neumotórax, encontrando diferencias en ambas presentaciones en contra de la técnica video asistida, con valores estadísticamente significativos para el caso de neumotórax secundario (74 % vs. 94 %). En relación a seguridad, las pruebas de función ventilatoria a las 72 hrs. del procedimiento fueron mejores para el grupo de cirugía video asistida (29 % vs. 43 % $p < 0.05$) y no encontró diferencias en la duración de días de sonda para drenaje y días de estancia hospitalaria. **3)** En 2000, **Ayed** (24) y **Millar** (25) comparan ambas técnicas para la toma de biopsia en pacientes con enfermedad pulmonar intersticial, Millar compara dolor posoperatorio, a través de una escala visual análoga (área bajo la curva), cambios en el volumen espirado forzado (FEV) (66 ± 17.9 vs. 64.4 ± 17.2 del % del volumen espirado previo al procedimiento), dosis de analgésicos (50.8 ± 27.3 mg vs. 52.5 ± 25.6 mg de morfina), duración en tiempo del procedimiento (40 ± 30 vs. 37 ± 15 minutos), duración del tubos de drenaje torácico (38 ± 28 vs. 31 ± 26 horas) y días de estancia hospitalaria (77 ± 82 vs. 69 ± 55 hrs.) no encontrando diferencias significativas, además ambas técnicas establecieron el diagnóstico en el 100% de los pacientes; por lo anterior concluye que las dos técnicas son igual de eficaces y seguras para el diagnóstico de enfermedad intersticial del pulmón. Ayed evaluó tiempo de operatorio (45 vs. 90 minutos),

dosis de analgésico (75 vs. 150 mg de demerol) y días de estancia hospitalaria (3 vs. 5) estableciendo diferencias significativas; en función de duración de drenaje torácico, complicaciones posquirúrgicas y diagnósticos realizados no se logró establecer diferencias, más sin embargo menciona dos pacientes que fallecen en el grupo de toracotomía video asistida sin atribuir al procedimiento los decesos. **4)** En 1995, **Kirby** (26) compara ambos abordajes para la realización de una lobectomía en adultos con el diagnóstico de cáncer pulmonar estadio I. El analiza tiempo operatorio (175 ± 93 vs. 161 ± 61 minutos), sangrado de más de 500 cc (10% vs. 0% en el grupo de video asistido), días de estancia hospitalaria (8.3 ± 5.7 días vs. 7.1 ± 5.5 días), duración de sonda pleural (6.5 ± 4.8 vs. 4.6 ± 3.3 días) y dolor posoperatorio intenso (2 vs. 1 paciente); no encontró diferencias significativas, estableciendo solo diferencias en complicaciones postoperatorias con una $p < 0.05$ (16 pacientes del grupo de cirugía convencional vs. 6 del video asistido).

Trabajos de investigación con menor rigor metodológico, como ensayos clínicos no aleatorizados (27, 28), ensayos comparativos con controles históricos (29), serie de casos (30) y revisión histórica (31); reportan amplias ventajas a la técnica video asistida, resultados que contrastan con los obtenidos en los ensayos descritos. A pesar de esto, en base a las posibles ventajas de los abordajes de mínima invasión, como: menos dolor postoperatorio, menor respuesta inflamatoria, una rápida movilización de los pacientes y una estancia intrahospitalaria más breves, se proponen estos abordajes por sus beneficios en salud y estancias hospitalarias más breves.

Desde la década de los 90's, se ha propuesto realizar la PD por un abordaje video asistido. Las técnicas propuestas son numerosas, y todas descritas inicialmente en adultos (32-34), salvo la de Mouroux (32) que se reportó en un niño con aparente buen resultado (35). Actualmente en México, se realiza la PD por abordaje video asistido, por el servicio

de Cirugía Pediátrica del Hospital Infantil de México, con aparentes buenos resultados (reporte personal).

En una revisión de la literatura en los buscadores mencionados, no se encontró algún ensayo clínico que demuestre la eficacia y seguridad del abordaje video asistido para la realización de una PD. Incluso no encontramos alguna serie de casos donde se mencione la experiencia con este abordaje.

Modelos experimentales

Para investigaciones sobre mecánica ventilatoria en mamíferos, se han propuesto diversos modelos experimentales, en donde la lesión del diafragma representa el objetivo principal. Gould propone una técnica de lesión diafragmática experimental en humanos, que por obvias razones cayó en desuso (36). Los modelos desarrollados en animales incluyen primordialmente al perro, ya sea estudios fisiológicos (37-46) o farmacológicos (47-49). Para la evaluación de técnicas quirúrgicas se refiere principalmente el perro, además de ovejas (50-52) y cerdos (53).

De las ventajas que representa el modelo canino, además de costos; es la semejanza anatómica entre el diafragma del perro y el humano: es convexo hacia la cavidad torácica y tiene una parte tendinosa y otra muscular, se le divide en 2 hemidiafragmas que se encuentran inervados por los nervios frénicos (derecho e izquierdo) que baja al tórax adherido al mediastino por el pliegue caval. El nervio frénico del perro emerge del V al VII par cervical, similar al humano (54).

La semejanza anatómica en la inervación del diafragma entre el modelo canino y el humano, ha permitido extrapolar los resultados de estudios en perros al humano, como los trabajos realizados por Tanaka, quien mide el impacto inmediato de una PD en un modelo

de PD aguda (14).

Además del modelo experimental de parálisis diafragmática en perros, se ha documentado ED como hallazgo patológico en otros mamíferos: un pony (55), un cachorro de perro (56), un leopardo (57), cerdos (58,59) y una variedad de monos tití (60); en los dos últimos se plantea un patrón de herencia asociado.

Actualmente las técnicas video asistidas también son utilizadas en forma terapéutica en animales (61-63), incluso en perros existe la descripción toracoscópica de la anatómica normal que observamos durante este procedimiento (64). El conocimiento adquirido en modelos experimentales, aunado al desarrollo de técnicas video asistidas correctivas de uso veterinario, ha permitido utilizar al perro, para comparar diferentes técnicas quirúrgicas aplicadas al humano (65,66) y el desarrollo de algunas nuevas (67-70). En 1999 Walsh realizó un experimento en perro donde compara el dolor postoperatorio de una pericardiotomía video asistida contra la realizada por toracotomía convencional. Las variables que utiliza fueron niveles de cortisol y glucosa séricos, además de una escala visual de dolor (Conzemius), estableciendo que el dolor es menor para el grupo de perros sometidos a la técnica video asistida (71). Sin embargo, cuando realizamos la lectura crítica de los resultados, la comparación de los valores numéricos continuos se describen con rangos muy amplios, estableciendo las diferencias por ANOVA de dos vías cuando la variable no aparentan un comportamiento normal; además de acuerdo a lo establecido recientemente, los niveles séricos de cortisol y glucosa como parámetros de dolor en perros, no son buenos indicadores, debido a que múltiples factores que pueden modificarlos (72).

Eficacia y Seguridad

La eficacia de una PD, se puede medir en función de la corrección de la sintomatología respiratoria que presenta el paciente y con el incremento del volumen pulmonar del

hemitórax afectado (3, 5, 12, 20,21). Esto explicado por la fijación y rectificación del hemidiafragma lesionado, que condiciona que el sano tenga una mejor función (14-16). El único síntoma que Takeda identificó en el modelo canino de parálisis diafragmática aguda, fue el incremento en la frecuencia respiratoria, explicado por un mecanismo de compensación por la caída inicial en el volumen corriente. En el mismo modelo, no se observaron cambios significativos en PaO_2 y $PaCO_2$, explicado también por la compensación en el volumen corriente (16,37). Los cambios en el volumen pulmonar que son ocasionados por la lesión nerviosa y posteriormente por rectificación del hemidiafragma afectado, son medidos a través de cambios en el volumen pulmonar. Estos cambios pueden ser registrados usando resonancia magnética nuclear, tomografía computada helicoidal (7,9) o por pletismografía (14,42). Un método simple y que ha demostrado una adecuada correlación con la pletismografía, es el cálculo matemático del volumen con la medición de áreas pulmonares (coeficiente de correlación de 0.93, en sujetos sanos y enfermos). Las áreas pulmonares son medidas con un planímetro manual (73) o digital (74). Un tercer punto controversial, que evalúa la eficacia de un procedimiento quirúrgico, es el tiempo utilizado para realizar una misma técnica correctiva; debido ha que diferencias significativas en el mismo procedimiento implican en la mayoría de los casos, un mayor grado de dificultad técnica o pericia del cirujano.

La seguridad de una PD, se evalúa en función de los eventos adversos asociados al procedimiento. La residiva de la ED, es el evento directamente relacionado con la PD. Los otros eventos adversos se encuentran relacionados al abordaje quirúrgico. En los casos de toracotomía convencional los referidos son las infecciones pulmonares o de la herida quirúrgica, neumotórax, enfisema subcutáneo, la necesidad de drenaje pleural y dolor.

Para la medición del dolor en perros, se han descrito múltiples escalas; las más

frecuentemente usadas son la de Conzemius (75), Hellyer (76) y Firth (77). La de Firth es una escala realizada para medir dolor agudo postoperatorio, además de ser la única que se ha intentado validar (cuadro 1). Dentro de la validez de contenido, esta escala tuvo su origen en un panel de expertos con base en la escala de dolor CHEOPS que se utiliza en niños (78) además de ser una escala utilizada en diversos laboratorios de cirugía experimental en México. La validez de criterio la desconocemos, ya que en la revisión de la literatura no identificamos algún trabajo que haya comparado ésta contra alguna otra. La validez de constructo: la escala incluye 6 categorías con 12 dominios los cuales son definidos claramente y el puntaje va de 0 a 27; la capacidad para discriminar y para detectar modificaciones al cambio fue medida por ANOVA y Fisher, además de áreas bajo la curva con valores de p menores a 0.05. El poder posprueba fue de 0.86 y la reproducibilidad entre 2 observadores fue de 0.88 (77).

Otro aspecto a considerar dentro de la seguridad de una maniobra quirúrgica, es el tiempo de recuperación, habitualmente se mide en función de los días de estancia hospitalaria o del tiempo que el paciente requiere para integrarse a sus actividades cotidianas. Para considerar cuando un perro se integra a sus actividades cotidianas, no identificamos en la literatura analizada un constructo validado, sin embargo es aceptado de forma general que la deambulaci3n sin limitaciones, la ingesta inicial de líquidos y posteriormente de sólidos, indican que el animal se integra a sus actividades habituales.

JUSTIFICACIÓN

En función del desarrollo de nuevos abordajes quirúrgicos de mínima invasión, es necesario el fundamentar los posibles beneficios en salud que pudieran representar. En el momento actual son pocos los ensayos clínicos aleatorizados y controlados que evalúen el abordaje videoasistido vs. el abordaje convencional en procedimiento torácicos, y los que existen muestran resultados contradictorios. En una revisión de la literatura, no encontramos ensayos de estas características que hayan comparado ambos abordajes para la realización de una PD.

Debido a la ganancia en salud que las técnicas quirúrgicas de mínima invasión han probado en otras áreas, creemos importante demostrar en un experimento, que el abordaje video asistido para la realización de una plicatura diafragmática, ocasiona menos dolor y una mejor recuperación postoperatoria, con la misma eficacia que la toracotomía convencional que actualmente realizamos. Esto permitirá, posteriormente, plantear el abordaje video asistido como una opción eficaz y segura para los pacientes que requieran de una PD.

OBJETIVO GENERAL

Identificar la eficacia y seguridad de un abordaje torácico videoasistido para la realización de una plicatura diafragmática en un modelo experimental canino, considerando al abordaje torácico convencional como el procedimiento de referencia.

OBJETIVOS PARTICULARES

- 1.- Comparar el abordaje torácico videoasistido contra el abordaje torácico convencional en función de la capacidad para corregir la frecuencia respiratoria en perros sometidos a una plicatura diafragmática derecha, 4 semanas posteriores a la realización del procedimiento.
- 2.- Comparar el abordaje torácico videoasistido contra el abordaje torácico convencional en función de la capacidad para incrementar el área pulmonar derecha en perros sometidos a una plicatura diafragmática derecha, 4 semanas posteriores a la realización del procedimiento.
- 3.- Comparar el abordaje torácico videoasistido contra el abordaje torácico convencional en función del tiempo requerido para realizar una plicatura diafragmática derecha.
- 4.- Comparar el abordaje torácico videoasistido contra el abordaje torácico convencional en función de la intensidad de dolor presente en las primeras 24 horas posteriores a ser sometidos a una plicatura diafragmática derecha.
- 5.- Comparar el abordaje torácico videoasistido contra el abordaje torácico convencional en función del tiempo requerido para iniciar la deambulación espontánea, posterior a ser sometidos a una plicatura diafragmática derecha.
- 6.- Comparar el abordaje torácico videoasistido contra el abordaje torácico convencional en función del tiempo requerido para iniciar la ingesta de agua, posterior a ser sometidos a una plicatura diafragmática derecha.

7.- Comparar el abordaje torácico videoasistido contra el abordaje torácico convencional en función del tiempo requerido para iniciar la ingesta de sólidos, posterior a ser sometidos a una plicatura diafragmática derecha.

8.- Comparar el abordaje torácico videoasistido contra el abordaje torácico convencional en función del número de complicaciones que se presenten durante la realización de la plicatura hasta cuatro semanas posteriores a ella.

HIPOTESIS

1.- El abordaje torácico videoasistido para la realización de una plicatura diafragmática en perros con elevación diafragmática inducida por lesión de nervio frénico derecho, es una opción igual de eficaz que el abordaje torácico convencional, en función de la capacidad para corregir la frecuencia respiratoria 4 semanas posteriores al procedimiento.

2.- El abordaje torácico videoasistido para la realización de una plicatura diafragmática en perros con elevación diafragmática inducida por lesión de nervio frénico derecho, es una opción igual de eficaz que el abordaje torácico convencional, en función de la capacidad para incrementar el área pulmonar derecha 4 semanas posteriores al procedimiento.

3.- El abordaje torácico videoasistido para la realización de una plicatura diafragmática en perros con elevación diafragmática inducida por lesión de nervio frénico derecho, es una opción igual de eficaz que el abordaje torácico convencional, en función del tiempo requerido para realizar la plicatura diafragmática.

4.- El abordaje torácico videoasistido para la realización de una plicatura diafragmática en perros con elevación diafragmática inducida por lesión de nervio frénico derecho, es una opción más segura que el abordaje torácico convencional en función de la intensidad de dolor presente en las primeras 24 horas posteriores a ser sometidos a la plicatura diafragmática.

5.- El abordaje torácico videoasistido para la realización de una plicatura diafragmática en perros con elevación diafragmática inducida por lesión de nervio frénico derecho, es una opción más segura que el abordaje torácico convencional en función del tiempo requerido para iniciar la deambulaci3n espontánea, posterior a una plicatura diafragmática.

6.- El abordaje torácico videoasistido para la realización de una plicatura diafragmática en perros con elevación diafragmática inducida por lesión de nervio frénico derecho, es una

opción más segura que el abordaje torácico convencional en función del tiempo requerido para iniciar la ingesta de agua, posterior a una plicatura diafragmática.

7.- El abordaje torácico videoasistido para la realización de una plicatura diafragmática en perros con elevación diafragmática inducida por lesión de nervio frénico derecho, es una opción más segura que el abordaje torácico convencional en función del tiempo requerido para iniciar la ingesta de sólidos, posterior a una plicatura diafragmática.

8.- El abordaje torácico videoasistido para la realización de una plicatura diafragmática en perros con elevación diafragmática inducida por lesión de nervio frénico derecho, es una opción igual de segura que el abordaje torácico convencional, en función del número de complicaciones que se presenten durante la realización de la plicatura hasta cuatro semanas posteriores al procedimiento.

DISEÑO DE LA INVESTIGACION

Estudio experimental y longitudinal.

MATERIAL Y METODOS

Población Objetivo

Perros criollos emparentados en 1ª línea, nacidos en el Bioterio de la Torre de Investigación “Dr Joaquín Cravioto”.

Población Elegible

Perros que posterior a lesionar el nervio frénico (apéndice), se corrobore parálisis del hemidiafragma derecho y que reúnan los criterios de selección descritos en la sección correspondiente.

Criterios de Inclusión

- 1) Perros clínicamente sanos, sin parásitos externos o internos, y vacunados contra hepatitis infecciosa, leptospirosis canina, adenovirus, moquillo, rabia y parvovirus.
- 2) Perro criollos entre 6 y 12 meses de edad con un peso entre 12 y 16 kilogramos
- 3) Clínicamente sanos.
- 4) Temperamento evaluado por sus cuidadores.

Criterios de Exclusión

- 1) Perros que durante su estancia previa en el Bioterio presentaron alguna enfermedad pulmonar infecciosa, trama cervical o deformidad torácica.

Criterios de Eliminación

- 1) Perros que durante la fase del experimento, presentara algún proceso infeccioso distinto

al pulmonar o al sitio quirúrgico.

2) Perros que presentaran alguna otra lesión secundaria a su estancia en el Bioterio (pelea entre ellos, accidente, etc.).

Técnicas de Selección

Una vez cumplidos los criterios de selección, se realizó una aleatorización simple de los perros, a través de una tabla de números aleatorios a recibir uno de los 2 abordajes quirúrgicos: abordaje videoasistido (grupo A) o toracotomía convencional (grupo B), para lo que utilizamos el número de perro asignado por el personal de bioterio.

Cálculo del Tamaño Muestral

Debido a que en la literatura consultada, no identificamos evidencia lo suficientemente objetiva que nos permitiera efectuar un cálculo del tamaño muestral, utilizamos como referencia el trabajo realizado por Walsh (71) que compara estos dos abordajes en la realización de una ventana pericárdica en perros, concluyendo menor dolor postoperatorio en el grupo de perros con abordaje videoasistido. El utiliza 7 perros por rama de tratamiento y analiza las variables glucosa, cortisol y dolor (escala de Conzemius), desafortunadamente, describe los resultados con rangos y medianas; y las comparaciones son hechas por de ANOVA de 2 vías sin demostrar homogeneidad de varianzas.

Por lo anterior, decidimos utilizar en forma empírica 10 perros por rama de tratamiento y se consideró realizar el cálculo del poder “pos hoc” para cada variable, de acuerdo a la fórmula propuesta por Rosner (80)

Cinética del Experimento

Previo al inicio del experimento, se corroboró las condiciones de salud de la población objetivo a través de una evaluación clínica y radiológica, posteriormente se procedió a seccionar el nervio frénico derecho de cada perro (ver apéndice). Cuatro semanas después de la lesión del nervio se realizó otra evaluación clínica y radiológica que nos permitiera corroborar la lesión del nervio.

Cumplidos los criterios de selección, se inició el experimento con la aleatorización de los 20 perros para someterlos a la plicatura diafragmática por cualquiera de los dos abordajes. Se vigiló la evolución postoperatoria por un lapso de 4 semanas. Al término de la vigilancia postoperatoria, se realizó una tercera evaluación clínica y radiológica, eutanasia del perro y la evaluación histopatológica del hemidiafragma lesionado.

Descripción del Método

Previo al inicio del experimento, para cada sujeto de la población objetivo, se describió el peso, edad, agresividad y sexo; y colectado en un formato de recolección de datos (ver apéndice). La agresividad fue evaluada por el personal técnico encargado del cuidado de los animales con base en su experiencia laboral, estableciéndose como agresivo si/no.

La evaluación clínica inicial, fue realizada por el personal veterinario del laboratorio de Cirugía Experimental, y consistió en una historia clínica completa con particular énfasis en el esquema de vacunación aplicado, enfermedades respiratorias previas, deformidades óseas o alteraciones crónicas de la vía aérea. En la exploración física del animal, se corroboró una adecuada condición clínica, e incluyó la medición de la frecuencia respiratoria (FR). La FR fue medida en 3 ocasiones de un minuto cada una, con espacio entre toma de 5 minutos. Se tomó como valor crítico la media de las tres mediciones y se

colectó en el formato de recolección.

Una evaluación radiológica fue hecha en la Sala 2 de fluoroscopia del servicio de Radiología del Instituto Nacional de Pediatría, se realizó por un mismo técnico a lo largo de todo el experimento. Bajo control fluoroscópico, se tomaron dos telerradiografías de tórax en decúbito ventral sobre un soporte diseñado ex profeso, una en inspiración y otra en espiración. Al mismo tiempo, y por el mismo personal técnico, se midieron las variables: inmovilidad del hemidiafragma derecho de manera dicotómica (1=si, 2=no) y simetría de ambos hemidiafragmas durante la inspiración (1=si, 2=no). Esta evaluación radiológica fue considerada como basal. Setenta y dos horas posteriores a la evaluación clínica y radiológica, se procedió a seccionar el nervio frénico derecho.

Cuatro semanas posteriores a la sección del nervio, se realizó una segunda revisión clínica y radiológica, siguiendo los mismos criterios descritos. Se estableció parálisis diafragmática cuando se demostró uno o más de los siguientes criterios: ausencia de movilidad del hemidiafragma lesionado durante la ventilación, movimiento inspiratorio asimétrico de los hemidiafragmas y/o cuando comparando las dos telerradiografías inspiratorias se demostró disminución en el área pulmonar.

Experimento

Los perros fueron sometidos a una PD por un abordaje videoasistido (grupo A) o por una toracotomía convencional (grupo B). Las técnicas anestésicas y quirúrgicas se describen en el Apéndice. Para ambos abordajes, se midió el tiempo quirúrgico; considerado desde el inicio de la primera incisión, hasta la colocación del último punto de sutura. Cualquier evento adverso durante la realización de la plicatura fue consignado.

Terminada la intervención quirúrgica; se aplicó una dosis de nalbufina endovenosa a 100 mg/kg/dosis, se retiraron soluciones intravenosas y se colocó al perro en una jaula individual en un área de recuperación con control de luz-oscuridad y temperatura. Una hora posterior a la aplicación de la dosis de nalbufina, se inició la evaluación de dolor, deambulación, inicio de ingesta de líquidos e inicio de ingesta de sólidos. Las cuatro variables fueron medidas cada hora durante las primeras 6 horas y luego cada 6 horas hasta completar 24 horas de vigilancia continua (9 evaluaciones en total). Si durante la evolución del dolor, el perro obtenía un puntaje igual o mayor a 10, se aplicó nalbufina intramuscular a la misma dosis, tal y como lo recomienda el autor de la escala de dolor utilizada (20). Las evaluaciones fueron realizadas por dos veterinarios al mismo tiempo pero sin compartir la información, además fueron video filmado para una segunda evaluación un mes después. Terminado el primer día, el perro fue trasladado a su jaula habitual y fue evaluado diariamente durante el transcurso de 4 semanas en búsqueda de complicaciones postoperatoria, definidas como cualquier evento adverso derivado del procedimiento quirúrgico.

Terminadas las cuatro semanas de vigilancia postoperatoria, se realizó una tercera revisión clínica y radiológica bajo los mismos parámetros que las dos anteriores. Al término de las evaluaciones, los perros se sometieron a eutanasia con una sobredosis de pentobarbital. Se realizó una necropsia para corroborar la permanencia de la PD y la integridad de las suturas realizadas; además se procedió a tomar una biopsia de ambos hemidiafragmas (sano y lesionado) de la misma zona muscular externa. La biopsia fue analizada por un patólogo cegado a la técnica quirúrgica y al sitio de biopsia, definiendo la presencia de atrofia de acuerdo a los criterios convencionales. Apéndice (79).

DEFINICIONES OPERACIONALES

Plicatura diafragmática (PD): procedimiento quirúrgico, que consiste en acortar el área diafragmática con la intención de mantenerlo tenso.

Parálisis diafragmática: inmovilidad del diafragma, secundaria a lesión quirúrgica del nervio frénico ipsilateral. Se estableció parálisis diafragmática cuando se demostró uno o más de los siguientes criterios fluoroscópicos: ausencia de movilidad del hemidiafragma lesionado durante la ventilación, movimiento inspiratorio asimétrico de los hemidiafragmas y/o cuando comparando las telerradiografías inspiratorias antes y después de la lesión nerviosa, se demostró disminución en el área pulmonar.

Área pulmonar: es el cálculo del área pulmonar del hemitórax derecho en una telerradiografía de tórax postero-anterior en fase inspiratoria. Se obtuvo el área pulmonar de acuerdo a los lineamientos propuestos por Harris (73) medido en cm^2 con un planímetro marca Plani Meter Polar Kp-27.

Dolor postoperatorio: Valor numérico asignado, de acuerdo a la escala de dolor agudo postoperatoria establecido por Firth (77), cuyos dominios se establecen en el cuadro 1.

Complicación operatoria: Evento adverso que se presente durante la corrección de la plastia diafragmática o posterior a ella y que no forme parte de la evolución postoperatoria normal del procedimiento.

Abordaje videoasistido: Técnica quirúrgica que permite tener acceso visual del campo operatorio, a través de una videocámara.

Abordaje por toracotomía convencional: Técnica quirúrgica que permite tener acceso visual al campo operatorio, de forma directa.

Frecuencia respiratoria: Constante fisiológica medida en un minuto, cuyo valor asignado fue el promedio de tres mediciones realizadas con intervalos de 5 minutos en el ambiente habitual del perro.

Elevación diafragmática: Signo radiológico que consiste en una disminución del área pulmonar posterior a lesión del nervio frénico, ocasionado por un incremento en la convexidad del hemidiafragma ipsilateral.

Residiva: signo radiológico o hallazgo de necropsia, que consiste en la elevación diafragmática posterior a la corrección quirúrgica.

VARIABLES ANALIZADAS

Se incluyeron 19 variables que se consignaron en la hoja de recolección de datos, diez cuantificadas como numéricas continuas y nueve como dicotómicas. Para describir las características generales del perro se utilizaron las variables 1 a 4; para evaluar eficacia las variables 5,6 y 9; y para evaluar seguridad las variable 10 a 16.

Eficacia:

- a) Frecuencia respiratoria: la primera medición se consideró como la FR basal, la segunda como la FR alterada y la tercera como FR corregida. Se incluyó una cuarta medición llamada Δ de FR, obtenida de la diferencia entre la FR alterada y la FR corregida.
- b) Δ del área pulmonar derecha: Las 60 radiografías inspiratorias obtenidas en los tres diferentes tiempos, fueron interpretadas por 2 radiólogos diferentes (A y B), cegados al tipo de maniobra quirúrgica y al tiempo de toma. Se obtuvo el área pulmonar de acuerdo a los lineamientos propuestos por Harris (73) y se midió en cm^2 por medio de un planímetro marca Plani Meter Polar Kp-27. La Δ del área pulmonar fue la diferencia entre los valores obtenidos entre la 2a y 3a medición.
- c) Tiempo quirúrgico empleado: medido en minutos desde el inicio de la incisión hasta la colocación del último punto de sutura.

Seguridad:

- d) Dolor postoperatorio inmediato: con base a la escala de dolor agudo en perros propuesta por Firth (77), se realizaron 9 mediciones en las primeras 24 horas postoperatorias. La cuantificación fue realizada por dos veterinarios en forma independiente, al tiempo que el animal fue video filmado para reevaluar este evento un mes después por los mismos observadores. Además de la intensidad del dolor, se cuantificaron el número de dosis de

nalbufina extras, aplicadas a cada animal. Se consideró una dosis de analgésico en todos los casos que al evaluar el dolor, el valor obtenido en la escala fuera igual o mayor a 10.

e) Inicio de ingesta de líquido: en las 9 evaluaciones realizadas dentro de las primeras 24 horas posteriores al procedimiento quirúrgico se ofreció agua fresca a un lado de él, considerando el tiempo de inicio cuando en forma espontánea deglutió el líquido.

f) inicio de ingesta de alimento sólido: en las 9 evaluaciones realizadas dentro de las primeras 24 horas posteriores al procedimiento quirúrgico se ofreció su alimento habitual a un lado de él, considerando el tiempo de inicio cuando en forma espontánea deglutió el alimento.

g) Reinicio de deambulación: en las 9 evaluaciones realizadas dentro de las primeras 24 horas posteriores al procedimiento quirúrgico se mantuvo abierta la puerta de su jaula durante un lapso de 10 minutos, considerando el tiempo de inicio cuando de forma espontánea deambuló.

h) Complicaciones: se consideró como complicación a cualquier evento adverso presente durante el procedimiento quirúrgico y hasta 4 semanas posteriores a este.

ANALISIS ESTADISTICO

Para el análisis, se utilizó el paquete estadístico SPSS for Windows V 11.0. Las variables numéricas se describieron con promedio y desviación estándar, estableciéndose normalidad a través de la prueba de Kolmogorov-Smirnov.

Para comparar los grupo videoasistido y convencional al inicio del experimento, en función de peso, edad, FR inicial y AP inicial; se realizaron pruebas de T para variables independientes con homogeneidad de varianzas (Levene ≥ 0.05). Las variables sexo y temperamento fueron descritas en proporciones.

Para analizar la correlación entre radiólogos y veterinarios se utilizó Rho de Spearman por tratarse de valores numéricos continuos. Para comparar la FR y AP en los tres tiempos de medición, se realizó ANOVA de una vía con comparación entre grupos a través de una prueba de Bonferroni.

Para comparar las variables: Δ de frecuencia respiratoria, Δ del área pulmonar derecha, tiempo quirúrgico empleado, y reinicio de deambulación, se utilizó T student para variables independientes con homogeneidad de varianzas; se utilizó T student para variables independientes sin homogeneidad de varianzas para la variable: inicio de ingesta de líquido y U de Mann-Whitney para la variable: inicio de ingesta de alimento sólido, debido a su comportamiento no paramétrico. Se utilizó ANOVA de dos vías para evaluar el dolor postoperatorio durante las primeras 24 horas.

Debido a una posible relación entre los cambios expresados en Δ 's del área pulmonar y Δ 's de la FR, se exploró la asociación con una prueba de Pearson y en un modelo de regresión lineal simple. Se estableció como valor significativo para todas las pruebas, una $p \leq 0.05$. Se calculo el poder de los resultados de acuerdo a la fórmula propuesta por Rosner (80).

CONSIDERACIONES ETICAS

El estudio se apego a la norma 062Z001999 dispuesta en el Diario Oficial de la Federación México (2001), en materia de especificaciones técnicas del cuidado y uso de animales de laboratorio. Además fue aprobado por el Comité Institucional para el Cuidado y Uso de los Animales de Laboratorio del INP (protocolo 07/2003).

RESULTADOS

Todos los animales que ingresaron a la investigación sobrevivieron, y no hubo necesidad de convertir algún procedimiento videoasistido a convencional.

Variables de ingreso: al inicio del estudio los animales mostraron características generales similares: no hubo diferencias en el peso, edad, temperamento, sexo, FR y AP entre los grupos A y B (cuadro 2).

La correlación entre radiólogos para la medición del área pulmonar derecha fue de 0.995 utilizándose las mediciones del radiólogo 1. La correlación entre e inter veterinarios fue superior al 98%, por lo que decidimos usar los valores de dolor obtenidos por el veterinario 1 en el tiempo 1.

La sección del nervio frénico derecho en los perros, ocasionó modificaciones en la FR y el AP en la segunda medición (diafragma lesionado), variables que regresaron a valores similares después de la PD (cuadro 3) (ANOVA para FR $F=23.2$ $p=0.000$ Bonferroni $p=0.000$; para AP $F=10.4$ $p=0.000$ Bonferroni $p=0.004$). La lesión del diafragma fue corroborado por análisis histológico, en todos los perros.

Variables de desenlace: Eficacia: Los valores de la FR y AP en los tres distintos tiempos de medición, para cada uno de los grupos se muestran en el cuadro 4. La Δ de la FR para el grupo A fue de 27.40 ± 11.16 , mayor que la del grupo B de 15.6 ± 10.37 ($p=0.025$, poder = 0.68). Las Δ del área pulmonar derecha fueron similares; para el grupo A fue de 5.99 ± 3.1 cm^2 vs. 5.80 ± 3.4 cm^2 para el grupo B ($p=0.897$, poder= 0.44) (cuadro 5). No hubo correlación entre el incremento del área pulmonar y el descenso de FR ($Rho = 0.21$ y $R^2 = 0.046$). El modelo de regresión lineal simple tampoco demostró correlación entre ambas Δ 's (ANOVA: $F=0.87$ y $p=0.36$). El tiempo quirúrgico entre los grupos A (43.1 ± 11.13) y B (48.5 ± 12.48) fue similar ($p=0.321$ poder = 0.37). Seguridad: El dolor postoperatorio para

el grupo A, fue menor que para el grupo B (figura 4). Inclusive, en el grupo A no se aplicó nalbufina posterior a la dosis inicial, mientras que el grupo B requirió de 5 dosis adicionales en 3 perros. El inicio de la deambulaci3n fue menor para el grupo A: 2.5 ± 1.5 hrs vs. 5.3 ± 3.06 hrs para el grupo B ($p=0.019$, poder = 0.82) y de igual forma, el inicio en la ingesta de lquidos fue m1s r1pida en el grupo A que en el grupo B, 3.8 ± 1.81 hrs vs. 8.1 ± 5.07 hrs ($p= 0.05$, poder =0.81). En cambio, el inicio en la ingesta de s3lidos no fue diferente 5.4 ± 2.8 hrs vs. 8.4 ± 4.7 hrs ($p=0.228$, poder= 0.523) (cuadro 6). Finalmente, el n1mero de complicaciones observadas a lo largo de las 4 semanas de seguimiento fue igual en ambos grupos (2 perros para cada maniobra). En el grupo A, se observ3 enfisema subcut1neo en un perro, en el otro hubo infecci3n de la herida donde se coloc3 un puerto quir1rgico. En los dos perros sometidos a la maniobra B, la herida quir1rgica se infect3. Las infecciones observadas en ambos grupos remitieron con cuidados generales en un lapso m1ximo de 10 d1as.

DISCUSIÓN

Cuando se establece dificultad respiratoria, como consecuencia de parálisis o eventración diafragmática unilateral, la ejecución quirúrgica de una PD del lado lesionado mejora la mecánica respiratoria (15, 16, 20, 21). De la revisión en la literatura que hicimos, no identificamos algún estudio donde se demuestre la superioridad de alguna técnica en particular, por lo que se eligió una plicatura lineal con sujete continuo en dos planos, en función que ser la técnica que los autores realizan. En este trabajo, la técnica de plicatura elegida, permitió revertir la frecuencia respiratoria y recuperar el área pulmonar a condiciones similares a la basal (cuadro 3), además que ninguno de los 20 perros presentó residiva de la lesión a 4 semanas de seguimiento. Demostrado lo anterior, el objetivo principal de este trabajo fue evaluar el abordaje videoasistido para la realización de una plicatura lineal, considerando que este abordaje es igual de eficiente que el abordaje convencional cuando utilizamos la misma técnica de PD, pero que el abordaje videoasistido resulta más seguro que el convencional.

De manera tradicional, el principal abordaje para la realización de procedimientos en tórax es a través de una toracotomía lateral con sección extensa de los tejidos blandos. A finales de los ochentas surgió y se propuso al abordaje de mínima invasión como una opción viable para la realización de diversos procedimientos (32,33,34), sin embargo a la fecha, en la literatura consultada no encontramos evidencia contundente que demuestre la superioridad del abordaje video asistido versus una toracotomía convencional. En general, los beneficios atribuidos a las intervenciones de mínima invasión se resumen en cuatro puntos: menor dolor posoperatorio, menor estancia hospitalaria, una incorporación más rápida a la actividad cotidiana y una menor respuesta inflamatoria sistémica; cuando se ha intentado demostrar estos beneficios por medio de ECCA's, en diversos padecimientos

quirúrgicos del tórax y pulmón, los resultados han sido contradictorios (22, 25, 26). A pesar de que ello, informes con menor rigor metodológico ponderan los abordajes de mínima invasión como mejores (27-29).

En este experimento se pudo demostrar, en algunos aspectos, la superioridad del abordaje video asistido sobre el convencional. Quizá la ventaja más notoria, fue el registro de una menor intensidad de dolor en el postoperatorio inmediato, además de no requerir de dosis extras de analgésico, posterior al procedimiento. Aunque en dos ECCA no se reportan diferencias en cuanto a dolor agudo, creemos que existen aspectos a considerar: Kirby (26) no evalúa el dolor en función de una escala, sino con a base a dolor incapacitante (si/no), sin considerar que no necesariamente para que exista dolor debe de haber incapacidad; y Millar, que aunque utiliza una escala visual análoga y dosis total de analgésico requerido, cuando comparó ambos abordaje para obtener una biopsia pulmonar, la toracotomía realizada fue pequeña (10-14 cm) y la disección muscular mínima, ya que se cuidó evitar la separación forzada de los espacios costales (25). En los otros dos trabajos donde se reportaron diferencias significativas (22,24), la disección de tejidos blandos que se describen fue mayor, lo que podría explicar la diferencia con el estudio de Millar. Uno de los principales autores que ha comparado el dolor postoperatorio para ambos abordajes en tórax, a sido Landreneau, concluyendo que al abordaje video asistido es menos doloroso, desafortunadamente la cohorte que estudió no estuvo aleatorizada a la maniobra, y el número de pacientes incluidos no le permitió ensamblar grupos de comparación homogéneos; sin embargo, demostró que la intensidad de dolor postoperatorio está asociado a una mayor morbilidad postoperatoria, de tal forma que con más dolor en la zona de incisión se presentará incapacidad para mover el hombro, alteración en las pruebas de función ventilatoria y una estancia hospitalaria más prolongada (28). Los resultados

obtenidos en este ensayo son una evidencia más que el abordaje video asistido, ocasiona menos dolor en el posoperatorio inmediato.

En un individuo sometido a un procedimiento quirúrgico, la incorporación a sus actividades cotidianas representa una recuperación de la función y disminución o desaparición de los síntomas derivados de la intervención quirúrgica (tumor, rubor, calor y dolor). El tiempo de inicio en la deambulaci3n, de ingesta de agua y de comida, fueron variables que en este trabajo se consideraron para evaluar la incorporaci3n de los perros a su actividad cotidiana. De igual forma, los perros con un abordaje video asistido, iniciaron la deambulaci3n y bebieron agua m1s tempranamente, comportamiento interpretado como expresi3n de una recuperaci3n m1s breve respecto al grupo B.

Las complicaciones m1s frecuentes, que derivan de una PD utilizando un abordaje convencional, son principalmente la residiva de la alteraci3n diafragm1tica y las infecciones asociadas al abordaje (3-5, 19, 34). Aunque la causa precisa por la cual una plucatura residiva no ha sido analizada; al iniciar el experimento, consideramos que debido a un abordaje distinto al convencional y t1cnicamente m1s difcil, se podr1a incrementar esta complicaci3n; sin embargo, en ning3n perro se present3 recidiva ni hubo necesidad de convertir el abordaje video asistido a un abordaje convencional. Adem1s el porcentaje de complicaciones por contaminaci3n de las heridas quir1rgicas se presentaron en igual proporci3n para ambos grupos.

Un hallazgo difcil de explicar con este experimento, fue una mayor reducci3n de la FR cuatro semanas despu3s de la PD en el grupo video asistido (cuadro 5). Dado que en un estudio previo, la mejor1a de la FR posterior a la PD se explic3 con un incremento en el volumen pulmonar ocasionado por la rectificaci3n del hemidiafragma afectado, se consider3 que las diferencias en la FR por ambos abordajes estaban asociadas a diferente

incrementos en el área pulmonar. Sin embargo, al explorar la linealidad entre aumento de área pulmonar y disminución de FR, no se encontró asociación. Posiblemente la disminución más acentuada de la FR fue debida a la persistencia de algún factor no evaluado, como el dolor crónico. Desafortunadamente la medición de la intensidad del dolor solo fue registrada en el postoperatorio inmediato y no se repitió 4 semanas después cuando se llevó a cabo la evaluación radiológica, debido a que el instrumento utilizado para medir la variable, solo ha sido validado en condiciones agudas y no en situaciones de dolor crónico (77). Es posible que los perros sometidos a mayor disección quirúrgica no únicamente cursen con mayor dolor postoperatorio inmediato (agudo) sino que éste persista por mayor tiempo y los obligue a ventilar más frecuente y superficialmente, como sucede en situaciones clínicas. Pacientes sometidos a toracotomía convencional sufren de dolor prolongado (81) e incomodidad en el hemitórax operado (82) probablemente asociada a la mayor lesión tisular que a su vez favorece la coexistencia de alteraciones en algunas funciones respiratorias, como en la capacidad vital, volumen espiratorio forzado y limitación en la expulsión de secreciones (83); en cambio, cuando la lesión torácica es menor, como en los abordajes video asistidos, estas alteraciones no parecen existir (25).

Finalmente, cuando se comparó el tiempo de realización de la PD por ambos abordajes, no hubo diferencias significativas. Sin embargo, se debe de considerar que conforme se realizan un mayor número de veces un procedimiento, es factible disminuir el tiempo de realización; por lo que consideramos posible reducir el tiempo quirúrgico de la PD cuando utilizamos un abordaje videoasistido.

Tendencias futuras: creemos que este estudio demuestra los beneficios reportados en otros estudios clínicos; en un modelos donde podemos controlar o medir las principales variables que impactan sobre el desenlace de una maniobra, fue posible encontrar

diferencias en seguridad del abordaje y al menos, la misma eficacia. Si bien los resultados obtenidos no aportan algo nuevo sobre lo que en la práctica clínica se postula reiteradamente, consideramos que sienta las bases para poder continuar evaluando diferentes procedimientos en cirugía de tórax. Las nuevas líneas de investigación que de este trabajo se desprenden, serán la búsqueda de factores que pudiesen explicar las diferencias encontradas entre ambos abordajes a largo plazo y el inicio de ensayos clínicos tendientes a demostrar estos beneficios. Además, al demostrar ventajas en modelos experimentales, pudiesen ser la justificación para realizar estudios de economía en salud, tendientes a implementar la tecnología necesaria para la realización de cirugía de mínima invasión.

CONCLUSIONES

El abordaje videoasistido para la realización de la PD en perros con parálisis diafragmática inducida fue tan eficaz como el convencional. El dolor agudo medido en el posoperatorio inmediato fue menor en el grupo con abordaje video asistido, lo cual posiblemente permitió una recuperación postoperatoria más rápida. Las complicaciones derivadas de los abordajes puestos a prueba fueron similares y en todos los casos requirieron de medidas terapéuticas sencillas. El abordaje de mínima invasión puede considerarse una opción eficaz y segura en la ejecución de una plicatura diafragmática lineal.

FIGURAS Y CUADROS

Figura 1.- Anatomía del diafragma

Fig. 1045. *Pilares y orificios del diafragma.* 1, centro tréncico; 2, orificio esofágico; 3, fibras musculares del pilar derecho que contribuyen a delimitar el orificio esofágico; 4, conducto diafragmático para la aorta; 5, pilar izquierdo; 6, arcada del músculo cuadrado lumbar; 7, arcada del músculo psoas; 8, pilar principal izquierdo; 9, tercera vértebra lumbar; 10, pilar principal derecho; 11, fibras prevertebrales procedentes de los pilares principales que se entremezclan en la línea media (lecho retroaórtico de Luschka); 12, apósis transversa de la primera lumbar; 13, extremidad anterior de la duodécima costilla; 14, extremidad anterior de la undécima costilla; y 15, orificio para la vena cava inferior.

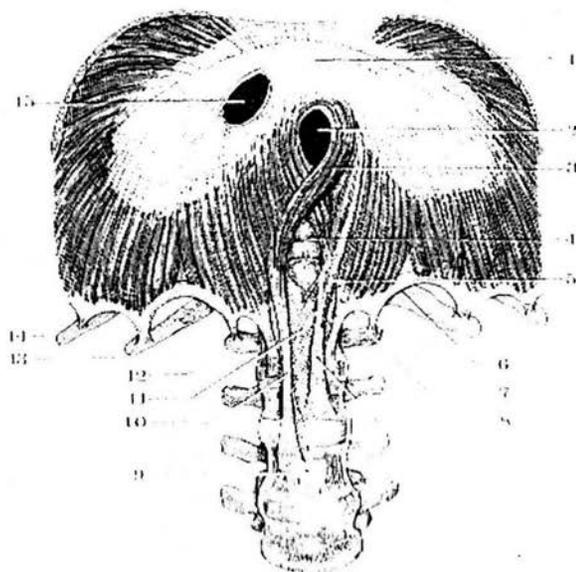


Figura 2.- Inervacion del diafragma

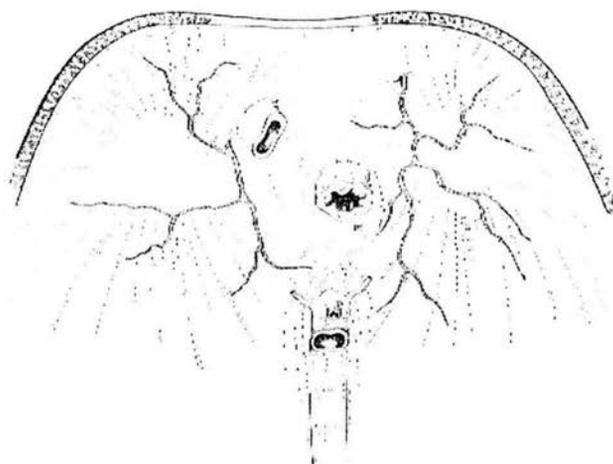


Fig. 10. Esquema de la inervacion del diafragma a partir del tronco, que emite escavos bifurcados terminales para la línea media

Figura 3.- Actividad muscular del diafragma

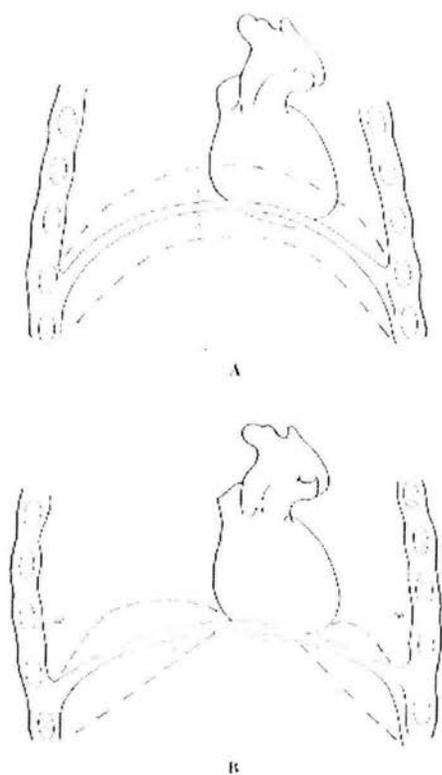


Fig. 11. Esquema en el que se muestra como sería el movimiento del diafragma, como un todo, sin sus conexiones anatómicas (A). Obsérvese en la parte inferior (B) los verdaderos movimientos de este órgano: tipo en su parte media.

Cuadro 1.- Escala de dolor (Universidad de Melbourne) (77).

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	PUNTAJE
1) Datos físicos	(máximo 11 puntos)	
a)	Pupilas dilatadas	2
b)	Porcentaje de aumento en la frecuencia cardíaca en relación a la basal	(escoger solo uno)
	> 20%	1
	> 50%	2
	> 100%	3
c)	Porcentaje de aumento en la frecuencia respiratoria en relación a la basal	(escoger solo uno)
	> 20%	1
	> 50%	2
	> 100%	3
d)	Aumento de la temperatura rectal en relación a la basal	1
e)	Salivación	2
2) Respuesta a palpación	(máximo 3 puntos)	
a)	Cambios a la palpación	(escoger solo uno)
	Ninguno	0
	Defensivo o agresivo al tocarlo	2
	Defensivo o agresivo sin tocarlo	3
3) Actitud	(máximo 3 puntos)	
a)	Al despertar de la anestesia	(escoger solo uno)
	Persistentemente adormecido	0
	Comiendo	0
	Alerta	1
	Intranquilo (deambulación continua, cambios continuos de posición)	2
	Postrado	3
4) Estado mental	(máximo 3 puntos)	(escoger solo uno)
	Sumiso	0
	Amigable	1
	Precavido	2
	Agresivo	3
5) Postura	(máximo 4 puntos)	
a)	Protección de área afectada	2
b)	Posición	(escoger solo uno)
	Recumbencia lateral	0
	Recumbencia esternal	1
	Sentado o parado con la cabeza levantada	1
	En movimiento continuo	1
	Sentado o parado con la cabeza baja	2
	Posturas anormales	2
6) Vocalización	(máximo 3 puntos)	(escoger solo uno)
	Sin vocalizar	0
	Vocaliza cuando es manejado	2
	Vocaliza intermitente	2
	Vocalización continua	3

Cuadro 2.- Características generales.

GRUPO ABORDAJE	GRUPO A Toracotomía video asistida	GRUPO B Toracotomía convencional	Valor de p
EDAD (meses)	6.9±0.87	7.0±0.94	0.80
PESO (kilogramos)	14.18±2.8	14.3±1.8	0.90
TEMPERAMENTO (agresivo si/no)	2/8	2/8	
SEXO (machos/hembras)	3/7	5/5	
FRECUENCIA RESPIRATORIA BASAL	66.9±10.18	60.3±7.94	0.12
AREA PULMONAR BASAL	22.02±5.1	24.3±3.04	0.23

Cuadro 3.- Impacto de la lesión nerviosa y la plicatura diafragmática en los 20 perros.

Tiempo de medición	Frecuencia respiratoria (FR)	Área pulmonar derecha (cm ²) (AP)
Diafragma sano	63.60±9.51	23.19 ± 4.2
Diafragma lesionado	91.20±14.21 *	18.61±3.85 *
Diafragma plicado	69.70±15.84	24.51±4.68

* Grupo diferente (ANOVA 1 vía, comparación por Bonferroni $p \geq 0.05$)

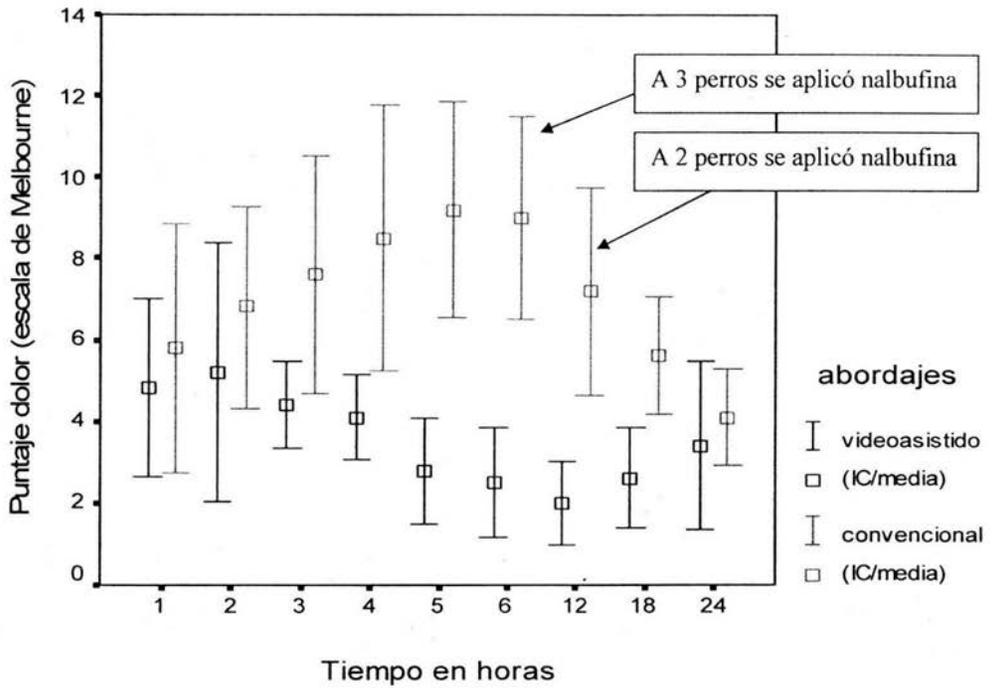
Cuadro 4.- Valores de Frecuencia Respiratoria y Área Pulmonar a en los tres diferentes momentos, para cada uno de los grupos estudiados.

Variable	Grupo	Diafragma sano	Diafragma lesionado	Diafragma plicado	Δ diafragma lesionado/plicado
Frecuencia respiratoria (FR)	Videoasistido	66.9 \pm 10.1	99.4 \pm 13.4	72 \pm 18.5	27.4 \pm 11.1
	Convencional	60.3 \pm 7.9	83.0 \pm 9.7	67.4 \pm 13.1	15.6 \pm 10.3
Área pulmonar derecha (AP)	Videoasistido	22 \pm 5.1	17.4 \pm 4.3	23.4 \pm 5.6	5.9 \pm 3.1
	Convencional	24.3 \pm 3	19.7 \pm 3	25.5 \pm 3.4	5.8 \pm 3.4

Cuadro 5.- Eficacia: Diferencias entre los grupos.

GRUPO	GRUPO A	GRUPO B	Valor de p	Poder
ABORDAJE	Toracotomía video asistida	Toracotomía convencional		
Δ FR	27.4±11.16	15.6±10.37	0.025	0.687
Δ área pulmonar	5.99±3.1	5.80±3.4	0.897	0.44
Tiempo quirúrgico	43.1±11.13	48.5±12.48	0.321	0.37

Figura 4.- Dolor postoperatorio durante las primeras 24 horas posteriores a la plicatura.



ANOVA:entregupos F= 109.88 p= 0.000, intergrupo F=3.78 p=0.034 y poder = 0.992

Cuadro 6.- Seguridad: Diferencias en horas de recuperación entre los grupos

GRUPOS	GRUPO A	GRUPO B	Valor de p	Poder =
ABORDAJE	Toracotomía video asistida	Toracotomía convencional		
Ingesta de líquidos	3.8±1.81	8.1±5.07	0.050	0.81
Ingesta de sólidos	5.4±2.8	8.4±4.7	0.228	0.52
Deambulaci3n	2.5±1.5	5.3±3.06	0.019	0.82

APENDICE

TECNICA PARA SECCIONAR EL NERVIO FRENICO DERECHO

Procedimientos anestésicos para lesionar el nervio frénico:

- 1.- Xilacina intramuscular 1mg/kg/do + atropina intramuscular 5 mcg/kg/do
- 2.- Se canaliza la vena cefálica y se administra Zoletil (tiletamina + zolacepam 1:1) intravenoso 10 mg/kg/do, se coloca sonda orotraqueal. No se usará anestesia inhalatoria. Al terminar el procedimiento se administrará una dosis de dipirona 20 mg/kg/dosis y se retiran soluciones intravenosas.

Procedimiento quirúrgico para seccionar el nervio frénico derecho:

Se coloca el perro en decúbito dorsal con lateralización de la cabeza hacia la izquierda. Se realiza tricotomía cervical además de asepsia y antisepsia de la región. Se hace una incisión longitudinal de 2 centímetros paralela al músculo esternocleidomastoideo derecho. Se realiza disección roma de la región hasta identificar arteria carótida primitiva. Inmediatamente por arriba de la carótida se identifica el nervio frénico el cual corre paralelo a la arteria y con dirección hacia el mediastino. Se procede a seccionar y coagular 2 cm del nervio frénico. Se realiza hemostasia de a región y se cierra la incisión en dos planos: fascia con vicryl 4-0 puntos simples y piel con nylon 3-0 puntos simples.

FORMATO DE RECOLECCION DE DATOS

PROTOCOLO "COMPARACIÓN DE DOS TÉCNICAS QUIRÚRGICAS PARA LA CORRECCION DE ELEVACIÓN DIAFRAGMATICA EXPERIMENTAL EN PERROS"

Número de perro _____

1) Peso (kg) _____

2) Edad (meses) _____

3) Agresivo: 0= si 1= no

4) Sexo: 0= hembra 1=macho

	Basal	Diafragma lesionado	Diafragma plicado
5) Frecuencia respiratoria			
6) Área pulmonar derecha (cm ²)			
7) Movilidad del hemidiafragma derecho (0=si/1=no)			
8) Hemidiafragmas simétricos (0=si/1=no)			

CIRUGÍA (fecha: _____):

Plastia realizada _____

9) Tiempo quirúrgico _____

10) Complicaciones transquirúrgicas 0= si 1= no

Cuáles _____

TECNICAS PARA REALIZAR PLICATURA DIAFRAGMATICA

Procedimiento anestésico:

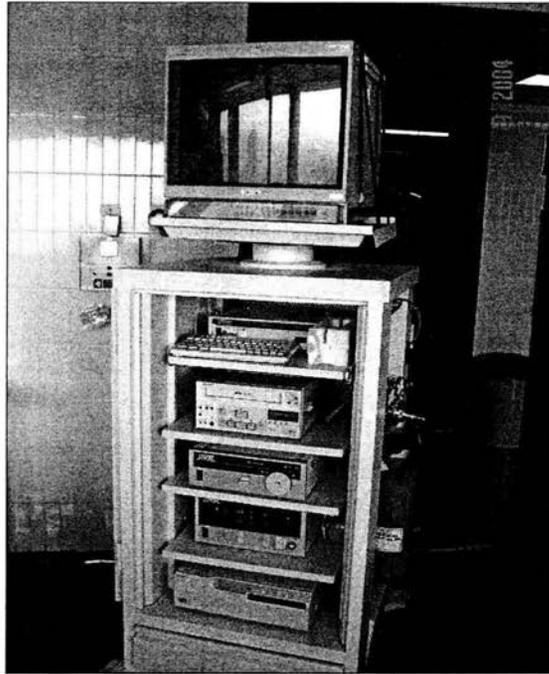
Todos los animales recibieron premedicación con Xilacina intramuscular 1 mg/kg/dosis + Atropina intramuscular 5 mcg/kg/dosis; e inducción con Zoletil (Tiletamina + Zolacepam 1: 1) intravenoso 20 mg/kg/dosis y Vecuronio 0.1 mg/kg/dosis. Se colocó sonda orotraqueal para asistencia ventilatoria con O₂ al 100% y 2 mg/kg de Zoletil cada 20 minutos para mantener el plano anestésico. No se realizó intubación selectiva.

Procedimiento quirúrgico para plicatura diafragmática:

Abordaje video asistido (grupo A)

Equipo utilizado:

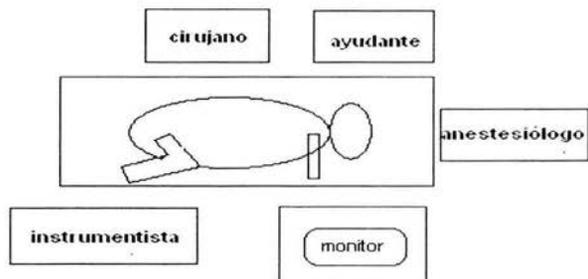
- 1.- Fuente de luz marca Storz Xenon Nova modelo 20131520.
- 2.- Videgrabadora marca Sony modelo SVO-9500MD
- 3.- Videocámara marca Storz tricam SL NTSC modelo 20222120
- 4.- Monitor de video color marca Sony Trinitron 17" modelo PVM-20M2MDU
- 5.- Lente Stryker 0° 10 mm.
- 6.- Set de toracoscopia marca Stryker



Equipo utilizado

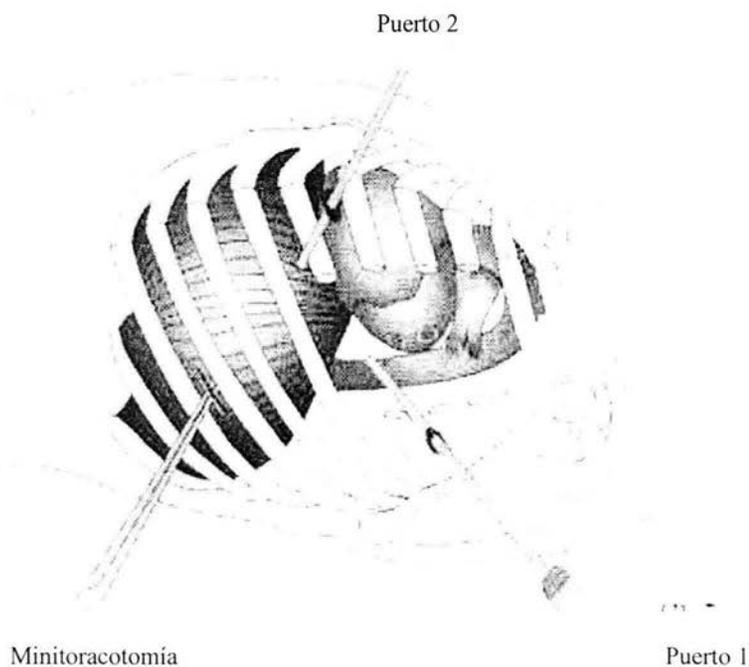
Técnica de colocación:

La posición en que se colocó el equipo quirúrgico, fue la siguiente:

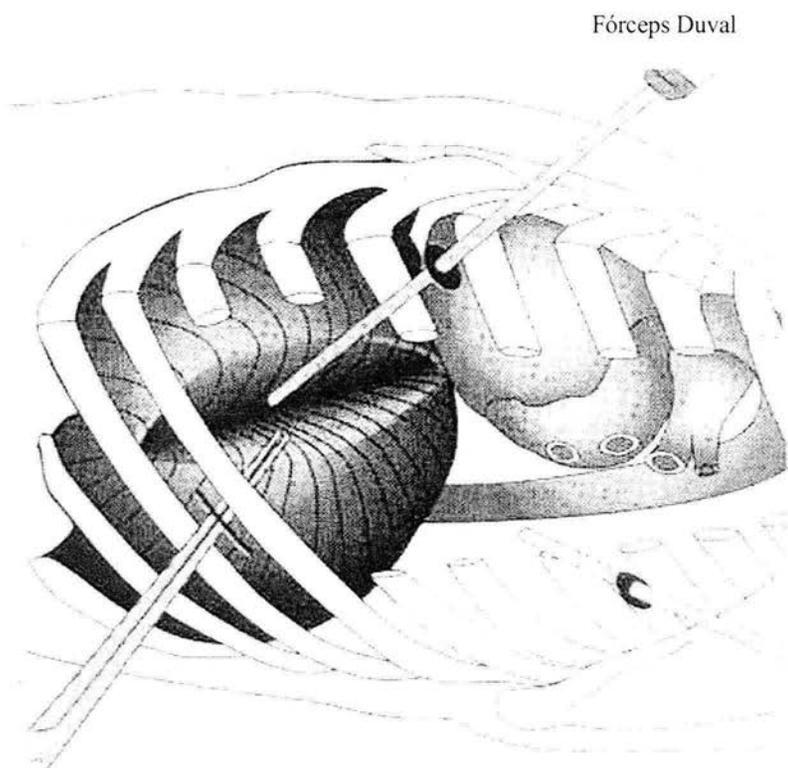


Descripción del procedimiento:

Previo aseo quirúrgico y en posición decúbito lateral izquierdo, se colocó un puerto de 10 milímetros (puerto 1) en el 5º espacio intercostal derecho y la línea axilar posterior, por el se introdujo un lente de 0º. Un segundo puerto de 5 mm (puerto 2) se ubicó en el mismo espacio intercostal pero con una proyección media clavicular. Se realizó minitoracotomía de 2 cm en el 10º espacio intercostal derecho sobre la línea axilar posterior.



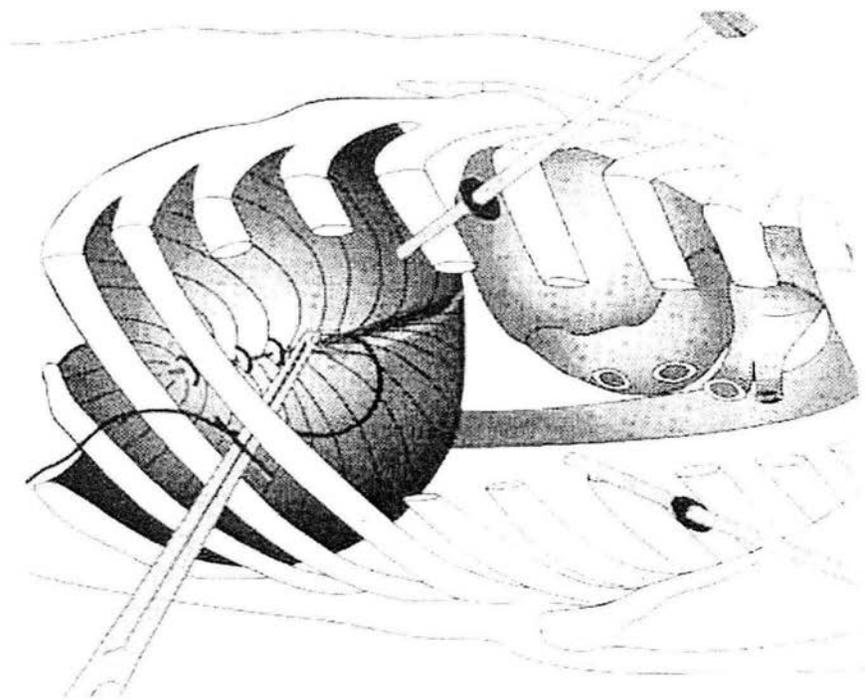
Un fórceps Duval se introdujo por el puerto 2 empujando el ápice de la eventración hacia el abdomen, esta maniobra creó un pliegue transversal.



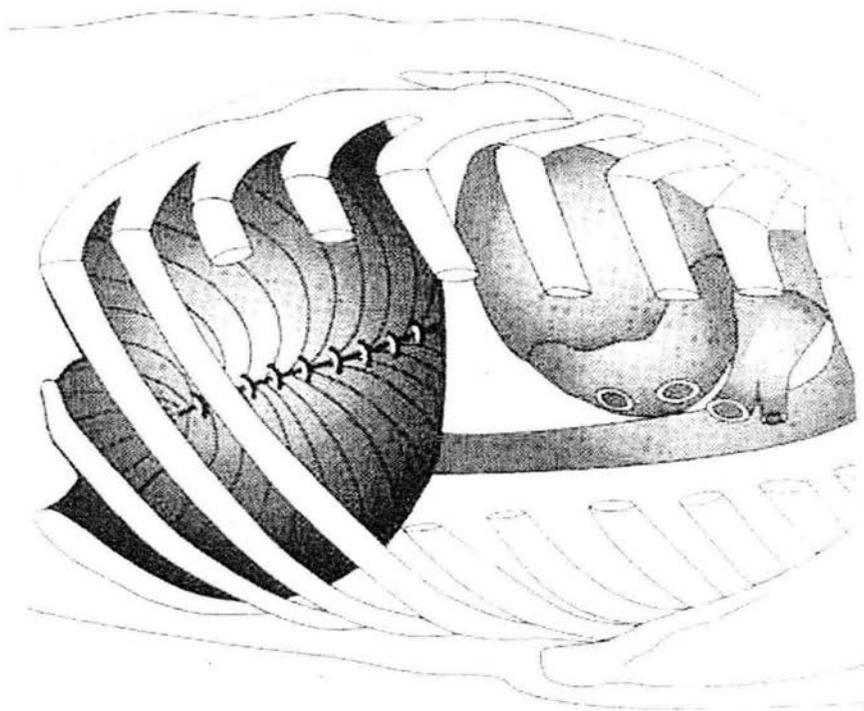
Fórceps Duval

Videocámara

El pliegue fue suturado a través de la minitoracotomía, por medio de un sujeta continuo con Etibón 0. La plicatura se inició por el extremo costal y terminó en el ángulo cardiofrénico, al concluir esta maniobra se retiró el fórceps de Duval.

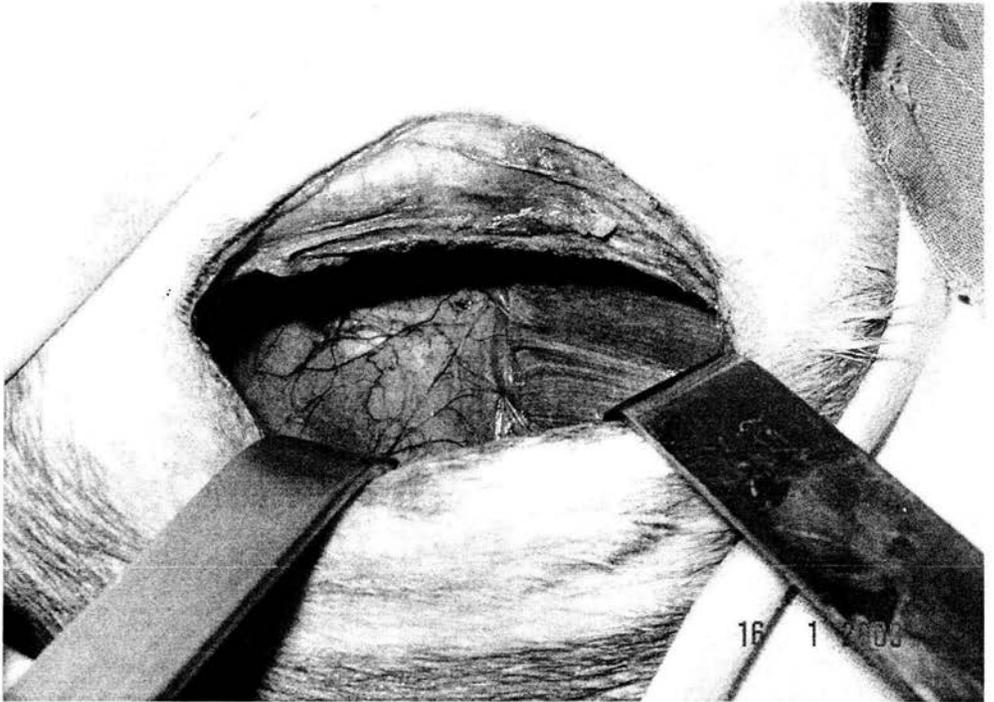


Terminado el primer plano, se mantuvo la tensión de la sutura con un grasper colocado desde el puerto 2 y se inició un segundo sujete, invaginando la primera línea y manteniendo la tensión de esta. Terminado el segundo plano se anudan ambos cabos verificando la tensión de la plastía en forma manual y visual. Se cerraron las incisiones con puntos separados de vicryl 2-0, se aplicó maniobra de Valsalva y no se colocó sello pleural.



Abordaje por toracotomía convencional (grupo B)

En posición decúbito lateral izquierdo y previo aseo quirúrgico, se efectuó incisión subcostal derecha postero-latero-lateral a nivel del 8° espacio intercostal de 10 centímetros de longitud, con sección por planos hasta llegar a la cavidad torácica y colocación de separador baby Finochetto en los bordes de la herida. Se identificó el diafragma y se realizó plicatura lineal en dos planos con sutura Ethibon calibre 0 hasta que se logró la tensión del diafragma.

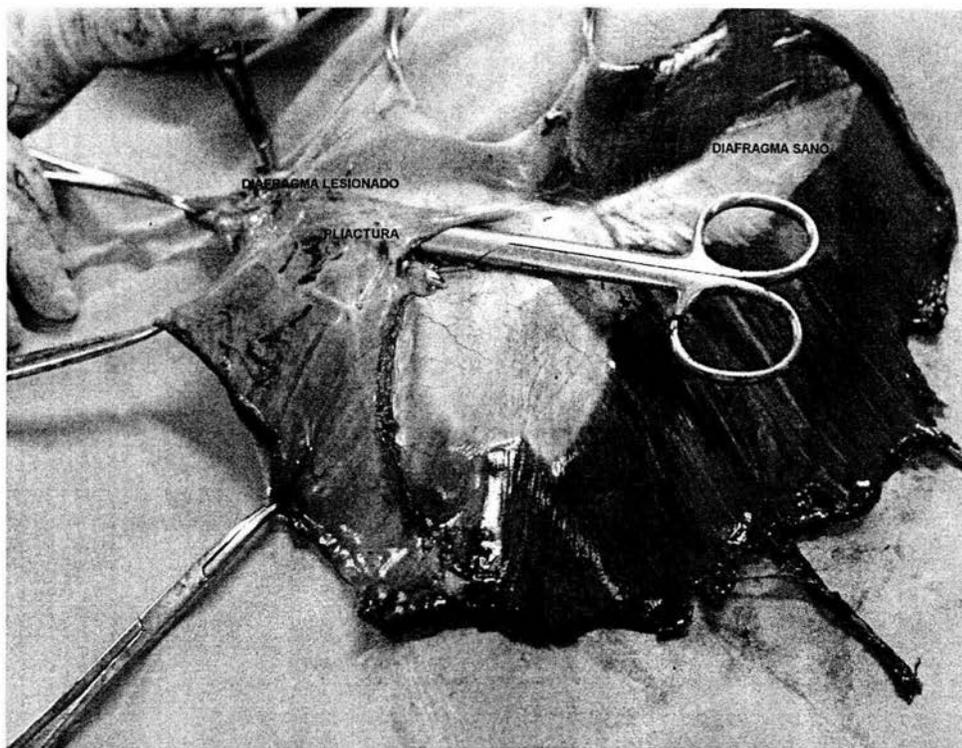


Se cerró la toracotomía con Vicryl calibre 0 puntos separados, abarcando músculos intercostales a periostio de la costilla inferior. Se realizó maniobra de Valsalva y no se instaló sello pleural.

CRITERIOS DE ATROFIA MUSCULAR

EVALUACIÓN MORFOLÓGICA

1. - Los hemidiafragmas fueron extraídos inmediatamente después de la muerte del perro.



2. - Se obtuvieron fragmentos de 1x1x1 de cada hemidiafragma en el borde más lateral (derecho e izquierdo) y fueron sumergido en formol / buffer al 10% para ser procesados ulteriormente en bloques de parafina.

3. - Para evaluación histológica se tiñeron con Hematoxilina y Eosina. El patólogo desconoció el sitio de toma (derecho o izquierdo) y el grupo al que pertenecían (grupo A o B).

CAMBIOS ESTRUCTURALES A EVALUAR

- 1.- Alteraciones en el tamaño de la fibra muscular.
- 2.- Cambios en las características del núcleo.
- 3.- Degeneración de las fibras musculares.
- 4.- Infiltrados celulares anormales.
- 5.- Presencia de calcificaciones.

Se consideró que el tejido presentó cambios estructurales cuando se observaron al menos 3 cambios de los descritos.

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**

BIBLIOGRAFIA

1. - Latarjet M, Ruiz-Liard A. Músculo diafragma y nervio frénico. En Latarjet M, Ruiz-Liard A. Anatomía Humana. 1a Ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana SA; 1983. p. 1007-1020.
2. - Pinotti HW. Bases anatomofuncionales del diafragma. En Pinotti HW, Zilberstein B, Ceconello I, Pollara WM. Vía de acceso transdiafragmático al esófago torácico y al mediastino anterior. 1a Ed. Barcelona: Salvat Editores; 1984. p.13-16.
3. - Wayne ER, Campbell JB, Burrington JD, Davis W. Eventration of the diaphragm. *J Pediatr Surg* 1974; 9: 643-51.
- 4.-Tomas TV. Congenital eventration of the diaphragm. *Ann Thorac Surg* 1970; 10: 181-3.
- 5.-Belio C, Blanco G, Rodríguez H. Eventración diafragmática. Experiencia de 50 casos. *Bol Med Hosp Infant Mex* 1992; 49: 291-295.
6. - Ramírez-Figueroa JL, Pérez Fernández LF, Cuevas Schacht FJ. Elevación diafragmática en el niño. *Criterios Pediátricos* 1993; 9: 10-12.
7. - Gierada DS, Slone RM, Fleishman MJ. Imaging evaluation of the diaphragm. *Chest Surg Clin N Am* 1998; 8: 237-80.
8. - Worthy SA, Young KE, Hartman TE. Diaphragmatic rupture: CT findings in 11 patients. *Radiology* 1995; 194: 885-8.
- 9.- Yamashita K, Minemori K, Matsuda H. MR Imaging in the diagnosis of partial eventration of the diaphragm. *Chest* 1993; 104: 328.
10. - Bogers JJ, Nierop G, Bakker W, Huysmans HA. Is diaphragmatic elevation a serious complication of open-heart surgery? *Scand J Thorac Cardiovasc Surg* 1989; 23: 271-4.
11. - Tsugawa C, Kimura K, Nishijima E. Diaphragmatic eventration in infants and children: is conservative treatment justified? *J Pediatric Surg* 1997; 32: 1643-4.
- 12.- de Vries TS, Koens BL, Vos A. Surgical treatment of diaphragmatic eventration caused by phrenic nerve injury in the newborn. *L Pediatr Surg* 1998; 33: 602-5.
- 13.- Abad P, Llet J, Martínez-Ibanez V, Patiño B, Boix-Ochoa J. Diaphragmatic paralysis: pathology at the reach of the pediatric surgeon. *Cir Pediatr* 2001; 14: 21-4.
14. - Takeda S, Nakahara K, Fujii Y, Matsumura A, Minami M, Matsuda H. Effects of diaphragmatic plication on respiratory mechanics in dogs with unilateral and bilateral phrenic nerve paralyses. *Chest* 1995; 107:798-804.

- 15.- Ciccolella DE, Daly BD, Celli BR. Improved diaphragmatic function after surgical plication for unilateral diaphragmatic paralysis. *Am Rev Respir Dis* 1992;146:797-9.
- 16.- Marcos JJ, Grover FL, Trinkle JK. Paralyzed diaphragm--effect of plication on respiratory mechanics. *J Surg Res* 1974; 16:523-6.
- 17.- Schwartz MZ, Filler RM, Plication of the diaphragm for symptomatic phrenic nerve paralysis. *J Pediatr Surg* 1978; 13: 259-263.
- 18.- Schonfeld T, O'Neal MH, Platzker ACG, Weitzman JJ, Fishman LS, Whiteman S, Function of the diaphragm before and after placcation 1980; 35: 631-632.
- 19.- Ramírez-Figueroa JL, Pérez Fernández LF, Cuevas-Schacht FJ. Elevación diafragmática en el niño. Tesis. Instituto Nacional de Pediatría, México 1991.
- 20.- Higgs SM, Hussain A, Jackson M, Donnelly RJ, Berrisford RG. Long term results of diaphragmatic plication for unilateral diaphragm paralysis. *Eur J Cardiothorac Surg* 2002; 21: 294-7.
- 21.- Graham DR, Kaplan D, Evans CC, Hind CR, Donnelly RJ. Diaphragmatic plication for unilateral diaphragmatic paralysis: a 10-year experience. *Ann Thorac Surg* 1990; 49:248-51.
- 22.- Santambrogio L, Nosotti M, Bellaviti N, Mezzetti M. Videothoracoscopy versus thoracotomy for the diagnosis of the indeterminate solitary pulmonary nodule. *Ann Thorac Surg* 1995; 59: 868-71.
- 23.- Waller DA, Forty J, Morrith GN. Video-assisted thoracoscopic surgery versus thoracotomy for spontaneous pneumothorax. *Ann Thorac Surg* 1994; 58: 372-7.
- 24.- Ayed AK, Raghunathan R. Thoracoscopy versus open lung biopsy in the diagnosis of interstitial lung disease: a randomized controlled trial. *Journal of the Royal College of Surgeons of Edinburgh* 2000; 43: 159-63.
- 25.- Miller JD, Urschel JD, Cox G, et al. A Randomized, controlled trial comparing thoracoscopy and limited thoracotomy for lung biopsy in interstitial lung disease. *Ann Thorac Surg* 2000; 70: 1647-50.
- 26.- Kirby TJ, Mack MJ, Landreneau RJ, Rice TW. Lobectomy-video-assisted thoracic surgery versus muscle-sparing thoracotomy. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1995; 109: 997-1002.
- 27.- Giudicelli R, Thomas P, Lonjon T, Ragni J, et al. Video-assisted minithoracotomy versus muscle-sparing thoracotomy for performing lobectomy. *Ann Thorac Surg* 1994; 58: 712-8.

- 28.- Landreneau RJ, Hazelrigg SR, Mack MJ, et al. Postoperative pain-related morbidity: video-assisted thoracic surgery versus thoracotomy. *Ann Thorac Surg* 1993; 56: 1285-9.
- 29.- Weatherford DA, Stephenson JE, Taylor SM, Blackhurst D. Thoracoscopy versus thoracotomy: indications and advantages. *Am Surg* 1995; 61: 83-86.
- 31.- Decamp WN. Video-assisted thoracic surgical procedures in children. *Semin Thorac Cardiovasc Surg Pediatr Card Surg Annu* 1998; 1: 61-74.
- 32.- Mouroux J, Padovani B, Poirier NC, et al. Technique for the repair of diaphragmatic eventration. *Ann Thorac Surg* 1996; 62: 905-7.
- 33.- Moon SW, Wang YP, Kim YW, SMI JB, Jin W. Thoracoscopic plication of diaphragmatic eventration using endostaplers. *Ann Thorac Surg* 2000; 70: 299-300.
- 34.- Suzumura Y, Terada Y, Sonobe M, Nagasawa A. A case of unilateral diaphragmatic eventration treated by plication with thoracoscopic surgery. *Chest* 1997; 112: 530-2.
- 35.- Smith CV, Jacobs JP, Burke RP. Minimally invasive diaphragm plication in an infant. *Ann Thorac Surg* 1998; 65:842-4.
- 36.- Gould L, Kaplan S, McElhinney AJ, Stone DJ. A method for the production of hemidiaphragmatic paralysis. Its application to the study of lung function in normal man. *Am Rev Respir Dis* 1967; 96:812-4.
- 37.- Brichant JF, De Troyer A. On the intercostals muscle compensation for diaphragmatic paralysis in the dog. *J Physiol* 1997 ; 500 :245-53.
- 38.- Brichant JF, Gorini M, De Troyer A. Respiratory response to abdominal and rib cage muscle paralysis in dogs. *J Appl Physiol* 1993 ;74: 2309-17.
- 39.- Teitelbaum J, Borel CO, Magder S, Traystman RJ, Hussain SN. Effect of selective diaphragmatic paralysis on the inspiratory motor drive. *J Appl Physiol* 1993; 74 :2261-8.
- 40.- Goldman E, Road J, Grassino A. Recovery of costal and crural diaphragmatic contractility from partial paralysis. *Anesthesiology* 1991; 75:123-9.
- 41.- Stradling JR, Kozar LF, Dark J, Kirby T, Andrey SM, Phillipson EA. Effect of acute diaphragm paralysis on ventilation in awake and sleeping dogs. *Am Rev Respir Dis* 1987;136:633-7.
- 42.- Nochomovitz ML, Goldman M, Mitra J, Cherniack NS. Respiratory responses in reversible diaphragm paralysis. *J Appl Physiol* 1981 ;51:1150-6.
- 43.- Decramer M, De Troyer A, Kelly S, Macklem PT. Mechanical arrangement of costal and crural diaphragms in dogs. *J Appl Physiol* 1984;56 :1484-90.

- 44.- Brichant JF, De Troyer A. On the intercostals muscle compensation for diaphragmatic paralysis in the dog. *J Physiol* 1997; 500:245-53.
- 45.- Han JN, Gayan-Ramirez G, Megirian D, Decramer M. Contribution of the parasternal intercostals to inspiratory rib elevation in dogs. *Respir Physiol* 1994; 97:13-24.
- 46.- Boriek AM, Rodarte JR, Wilson TA. Kinematics and mechanics of midcostal diaphragm of dog. *J Appl Physiol* 1997;83:1068-75.
- 47.- Wilcox PG, Wakai Y, Walley KR, Cooper DJ, Road J. Tumor necrosis factor alpha decreases in vivo diaphragm contractility in dogs. *Am J Respir Crit Care Med* 1994;150:1368-73.
- 48.- Fujii Y, Toyooka H, Amaha K. Amrinone improves contractility of fatigued diaphragm in dogs. *Can J Anaesth* 1995; 42: 80-6.
- 49.- Fujii Y, Takahashi S, Toyooka H. Protection from diaphragmatic fatigue by nitric oxide synthase inhibitor in dogs. *Anaesth Intensive Care* 1999; 27:45-8.
- 50.- Imanaka H, Kimball WR, Wain JC, Nishimura M, Okubo K, Hess D, Kacmarek RM. Recovery of diaphragmatic function in awake sheep after two approaches to thoracic surgery. *J Appl Physiol* 1997; 83:1733-40.
- 51.- Cunningham BW, Kotani Y, McNulty PS, Cappuccino A, Kanayama M, Fedder IL, McAfee PC. Video-assisted thoracoscopic surgery versus open thoracotomy for anterior thoracic spinal fusion. A comparative radiographic, biomechanical, and histological analysis in a sheep model. *Spine* 1998;23:1333-40.
- 52.- Imanaka H, Kimball WR, Wain JC, Nishimura M, Okubo K, Hess D, Kacmarek RM. Recovery of diaphragmatic function in awake sheep after two approaches to thoracic surgery. *J Appl Physiol* 1997; 83:1733-40.
- 53.- Ohtsuka T, Furuse A, Kohno T, Nakajima J, Yagyu K, Omata S. Application of a new tactile sensor to thoracoscopic surgery: experimental and clinical study. *Ann Thorac Surg* 1995;60:610-3.
- 54.- Clair LE. Anatomía de los animales domésticos. Robert Getty. 5ª. Edición, 1985, tomo II, Salvat pag 1666-7.
- 55.- Amory H, Lomba F, Lekeux PM, Solal AN, Jauniaux TP, Desmecht DJ. Bilateral diaphragmatic paralysis in a pony. *J Am Vet Med Assoc* 1994; 205:587-91.
- 56.- Greene CE, Basinger RR, Whitfield JB. Surgical management of bilateral diaphragmatic paralysis in a dog. *J Am Vet Med Assoc* 1988 ;193:1542-4.

- 57.- Kearns KS, Jones MP, Bright RM, Toal R, DeNovo R, Orosz S. Hiatal hernia and diaphragmatic eventration in a leopard (*Panther pardus*). *J Zoo Wildl Med* 2000; 31:379-82.
- 58.- Bacowsky H, Baumgartner W. Diaphragmatic eventration in a breeding sow. *Tierarztl Prax* 1989;17:159-61.
- 59.- Gregory JF. Observations on the occurrence of diaphragmatic defects of swine in a commercial production herd. *Vet Med Small Anim Clin* 1971 ;66:361-7.
- 60.- Bush M, Montali RJ, Kleiman DG, Randolph J, Abramowitz MD, Evans RF. Diagnosis and repair of familial diaphragmatic defects in golden lion tamarins. *J Am Vet Med Assoc* 1980 ;177:858-62.
- 61.- Radlinsky MG, Mason DE, Biller DS, Olsen D. Thoracoscopic visualization and ligation of the thoracic duct in dogs. *Vet Surg* 2002; 31: 138-46.
- 62.- Jackson J, Richter KP, Launer DP. Thoracoscopic partial pericardiectomy in 13 dogs. *J Vet Intern Med.* 2000; 14: 391.
- 63.- Faunt KK, Jones BD, Turk JR, Cohn LA, Dodam JR. Evaluation of biopsy specimens obtained during thoracoscopy from lungs of clinically normal dogs. *Am J Vet Res* 1998; 59: 1499-1502.
- 64.- De Rycke LM, Gielen IM, Polis I, Van Ryssen B, van Bree HJ, Simoens PJ. Thoracoscopic anatomy of dogs positioned in lateral recumbency. *J Am Anim Hosp Assoc* 2001; 37: 543-8.
- 65.- Walsh PJ, Remedios AM, Ferguson JF, Walker DD, Cantwell S, Duke T. Thoracoscopic versus open partial pericardiectomy in dogs: comparison of postoperative pain and morbidity. *Vet Surg* 1999; 28: 472-9.
- 66.- Cunningham BW, Kotani Y, McNulty PS, Cappuccino A, Kanayama M, Fedder IL, McAfee PC. Video-assisted thoracoscopic surgery versus open thoracotomy for anterior thoracic spinal fusion. A comparative radiographic, biomechanical, and histological analysis in a sheep model. *Spine* 1998; 23:1333-40.
- 67.- Meraney AM, Gill IS, Hsu TH, Sung GT. Thoracoscopic transdiaphragmatic nephrectomy: feasibility study. *Urology* 2000; 55: 443-7.
- 68.- Chevalier P, Obadia JF, Timour Q, Bui-Xuan B, Fatemi M, Kirkorian G, Tabib A, Loire R, Touboul P. Thoracoscopic epicardial radiofrequency ablation for vagal atrial fibrillation in dogs. *Pacing Clin Electrophysiol* 1999;22 :880-6.
- 69.- Koizumi K, Akaishi T, Wakabayashi A. Anatomic segmental resection of the lung by thoracoscopy: an experimental study. *Surg Today* 1997; 27: 1051-5.

- 70.- Ohtsuka T, Furuse A, Kohno T, Nakajima J, Yagyu K, Omata S. Application of a new tactile sensor to thoracoscopic surgery: Experimental and clinical study. *Thorac Surg* 1995; 60: 610-13.
- 71.- Walsh PJ, Remedios AM, Ferguson JF, Walker DD, Cantwell S, Duke T. Thoracoscopic versus open partial pericardectomy in dogs: comparison of postoperative pain and morbidity. *Veterinary Surgery* 1999; 28: 472-79.
- 72.- Huskisson EC. Measurement of pain. *Lancet* 1974; 4:1127-1131.
- 73.- Harris TR, Pratt PC, Kilburn KH. Total lung capacity measured by roentgenograms. *Am J Med* 1971; 50: 756-63.
- 74.- Pérez-Martínez JR, delCid-García JJ, Pérez-Padilla JR. Medición pletismográfica y radiológica de la capacidad pulmonar total durante un ataque agudo de asma bronquial. *Rev Invest Clin* 1991; 43: 157-161.
- 75.- Conzemius MG, Hill CM, Sammarco JL, Perkowski SZ. Correlation between subjective measures used to determine severity of postoperative pain in dogs. *J Amm Vet M Asoc* 1997; 210: 1619-22.
- 76.- Hellyer PW, Gaynor JS. Acute post-surgical pain in dog and cats. *Compendium of Continuing Education for the Practicing Veterinarian* 1998; 20: 140.
- 77.- Firth IS, Haldane SL. Development of a scale to evaluate postoperative pain in dogs. *J Am Vet Med Assoc* 1999; 214: 651-9.
- 78.- McGrath PJ, Johnson G, Goodman JT, et al. CHEOPS: a behavioral scale for rating postoperative pain in children. *Adv Pain Res Ther* 1985; 9: 395-402.
- 79.- Woodward JC, Montgomery CA. The musculoskeletal system. En Benirschke K, Garner FM, Jones TC. *Pathology of laboratory animals*. 1a Ed. New York: Editorial Springer-Verlag; 1978. p. 825- 832.
- 80.- Rosner B. Hypothesis testing: two-sample inference. En : Rosner B. *Fundamentals of Biostatistics*. 4th. Ed. USA: Duxbury Press; 1995. p. 283-285.
- 81.- Dajczman E, Gordon A, Kreisman H, Wolkove N. Long-term postthoracotomy pain. *Chest* 1991; 99: 270-74.
- 82.- Landreneau RJ, Mack MJ, Hazelrigg SR, et al. Prevalence of chronic pain after pulmonary resection by thoracotomy or video-assisted thoracic surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1994; 107: 1079-86.
- 83.- Hazelrigg SR, Landreneau RJ, Boley TM. The effect of muscle-sparing versus standard posterolateral thoracotomy on pulmonary function muscle strength and postoperative pain. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1991; 110: 394-401.