



Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia

ISSN: 0120-2952

Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia
Universidad Nacional de Colombia

Alonso, G. O.

Cirugía de mínima invasión en veterinaria: evolución, impacto y perspectivas para el futuro. Revisión

Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, vol. 65, núm. 1, 2018, Enero-Abril, pp. 84-98

Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia Universidad Nacional de Colombia

DOI: <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v65n1.72035>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=407658420007>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org
UAEM

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Cirugía de mínima invasión en veterinaria: Evolución, impacto y perspectivas para el futuro. Revisión

G. O. Alonso¹

Artículo recibido: 3 de julio de 2017 · Aprobado: 15 de mayo de 2018

RESUMEN

La cirugía mínima invasiva ha revolucionado la manera de tratar ciertas patologías en medicina. No obstante, factores como la falta de entrenamiento y los altos costos de equipamiento han limitado su implementación en medicina veterinaria. Un primer paso hacia el uso masivo de estos procedimientos es establecer el potencial que actualmente tienen. Asimismo, es importante conocer el concepto, la filosofía y las múltiples ventajas de estas técnicas, lo que permitirá a los médicos veterinarios ver la cirugía mínima invasiva desde otra perspectiva. De otra parte, se deben hacer a un lado algunos paradigmas teóricos que indican que la cirugía mínima invasiva es solo la laparoscopia y analizar las muchas posibilidades de desarrollo de técnicas en distintas patologías. El futuro de la cirugía veterinaria implica cerrar la brecha tecnológica y aprovechar el camino ya recorrido por la cirugía humana, con el propósito de ofrecer estos beneficios a pacientes veterinarios. Por último, esta revisión concluye con un análisis de algunas de las técnicas de vanguardia en medicina humana que bien pueden ser desarrolladas y empleadas en medicina veterinaria.

Palabras Clave: veterinaria, cirugía mínima invasiva, laparoscopia, endoscopia, artroscopia.

Minimally invasive veterinary surgery: evolution, impact and future perspective. Review

ABSTRACT

Minimally invasive surgery has revolutionized how to treat certain diseases in Medicine. Factors such as lack of training and high costs of equipment have limited its implementation in veterinary practice. A first step towards the widespread use of these procedures is to establish its potential. It is also important to learn the concept, philosophy and advantages of these techniques, in order to allow veterinarians to see minimally invasive surgery from another perspective. On the other hand, some theoretical paradigms that indicate that minimally invasive surgery is only laparoscopy should be set aside, and then to analyze the many possibilities of developing techniques in different pathologies. The future of veterinary surgery involves closing the technologic gap, and learning from the current advances in human surgery, in order to offer these benefits to veterinary patients. Finally, this review concludes with an analysis of some of the cutting-edge techniques in human medicine that can be adopted for use in veterinary medicine.

Keywords: veterinary, minimally invasive surgery, laparoscopy, endoscopy, artroscopy.

¹ Médico Veterinario y Zootecnista, Especialista y Magíster en Docencia e Investigación Universitaria, Miembro AEVMI - Asociación Española de Veterinaria en Mínima Invasión. Director de Educación e Investigación, Centro de Columna - Cirugía Mínimamente Invasiva. Bogotá (Colombia). Autopista Norte (Cra. 45) # 104 – 76. 2 piso. Centro de Columna - Cirugía Mínimamente Invasiva. Bogotá – Colombia.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo tecnológico de los últimos cincuenta años ha impactado de manera importante las ciencias de la salud. Los avances en técnicas diagnósticas y en los tratamientos en medicina humana han mejorado la calidad de vida de la población, aumentado la longevidad y han ofrecido amplios beneficios a los pacientes (Marcus *et al.* 2015). En el caso de la cirugía, los avances se han enfocado en desarrollar técnicas que permitan minimizar la morbilidad, la mortalidad y el tiempo de recuperación de los procedimientos quirúrgicos (Riskin *et al.* 2006). Este propósito alcanza su máxima expresión con el desarrollo de la cirugía de mínima invasión–MIS (por sus siglas en inglés *minimally invasive surgery*) (Antoniou *et al.* 2015; Osorio *et al.* 2014a; Tapia-Araya *et al.* 2015; Van Bree *et al.* 1996).

En medicina humana las técnicas MIS, luego de ser extensamente criticadas, han demostrado ofrecer beneficios tales como: menor tiempo de recuperación, menor riesgo de infección, menor tasa de complicaciones catastróficas (entre ellas la muerte), menor dolor posoperatorio, menor daño a tejido adyacente, menor sangrado, posibilidad de uso de anestesia local o regional, y menores costos asociados (Ahn 2012; Keller *et al.* 2015; Patel *et al.* 2015; Ramírez *et al.* 2016a; Osorio *et al.* 2014a). Estas ventajas han permitido que su implementación así como la generación de evidencia científica publicada, hayan crecido de manera exponencial en casi todas las ramas quirúrgicas como: cirugía general, ortopedia, ginecología, neurocirugía, ORL, cirugía cardiovascular, entre otras (Adnane *et al.* 2015; Antoniou *et al.* 2015; Buia *et al.* 2015; Conrad *et al.* 2015; Fattouch *et al.* 2016; Keller *et al.* 2015; Marcus *et al.* 2015; Osorio *et al.*

2014b; Riskin *et al.* 2006; Siontis *et al.* 2015); además, que se hayan establecido, en determinadas indicaciones, técnicas “estándar de oro” (Antoniou *et al.* 2015; Buia *et al.* 2015).

Si bien desde sus inicios el desarrollo de la MIS en medicina humana estuvo ligado con el empleo de estas tecnologías en animales, en forma de bio-modelos en investigación y entrenamiento (Alonso y Rugeles 2017; Antoniou *et al.* 2015; Spaner y Warnock 1997), la MIS en medicina veterinaria no ha tenido el mismo ritmo de aceptación e implementación. Los factores de este fenómeno son variados; cabe destacar algunos como: la brecha tecnológica existente entre la medicina humana y la medicina veterinaria, la falta de entrenamiento técnico, los costos asociados en equipos e instalaciones, la relación costo-beneficio de los resultados clínicos comparados entre la cirugía convencional (abierta) y MIS, el limitado número de evidencia científica de alta calidad publicada y falta de conocimiento de los beneficios de la MIS (Tapia-Araya *et al.* 2015).

Este artículo pretende ofrecer al lector, a través de una breve revisión de literatura, un análisis conceptual de la evolución, el estado del arte y las proyecciones para el futuro de la cirugía de mínima invasión en medicina veterinaria, con el fin de dar a conocer la importancia, posibles aplicaciones y versatilidad de este tipo de abordaje quirúrgico.

Definición de la MIS

En términos generales, la MIS se define como un conjunto de técnicas que permiten implementar procedimientos quirúrgicos, cuyo objetivo es similar a los establecidos en cirugía abierta, pero empleando incisiones mínimas (Rugeles y

Alonso 2011). Este tipo de técnicas tienen de manera inherente una serie de beneficios, entre los que se destacan: minimizar los riesgos relacionados con la exposición de estructuras; disminuir el riesgo de infección, el tiempo de recuperación, y el dolor perioperatorio; además, obtener efectos estéticos más satisfactorios (Osorio *et al.* 2014a; Van Bree *et al.* 1996). Por supuesto, la característica más importante de la MIS es su capacidad de ofrecer estos beneficios con la posibilidad de lograr resultados clínicos comparables a los obtenidos con las técnicas convencionales o abiertas (Ruan *et al.* 2016; Zhang *et al.* 2014). Es importante destacar que este tipo de procedimientos implican dificultades técnicas para su implementación como son: pérdida de la percepción de profundidad, pérdida de sensación táctil, aumento de temblor, disminución en los grados de movimiento del instrumental y posiciones disergonómicas durante largos períodos (Alonso y Camacho 2013; Prada *et al.* 2012; Ramírez *et al.* 2010; Tapia-Araya *et al.* 2015). No obstante, muchas de estas dificultades pueden ser minimizadas a través del uso de un completo equipamiento y con el suficiente entrenamiento previo (Tapia-Araya *et al.* 2015; Alonso y Camacho 2013; Alonso *et al.* 2014).

MIS: mucho más que únicamente laparoscopia

En la actualidad existe gran controversia en cada una de las disciplinas quirúrgicas para determinar lo que se considera una cirugía de mínima invasión. Algunos expertos establecen que la MIS se debe referir a técnicas quirúrgicas realizadas con incisiones menores a un número determinado (por lo general arbitrario) de centímetros (Antoniou *et al.* 2015; Osorio *et al.* 2014a; Van Bree *et al.* 1996). Esta teoría excluiría

no sólo ciertos abordajes percutáneos o técnicas realizadas por orificios naturales (histeroscopia, rinoscopia, otoscopia), sino también técnicas en donde se deben usar heridas más amplias, pero comparativamente menores a las convencionales, como el caso de algunas osteosíntesis mini-invasivas (Pozzi *et al.* 2012).

De otro lado, algunos cirujanos interpretan la cirugía de mínima invasión únicamente como la cirugía endoscópica (laparoscopia, artroscopia, broncoscopia, etc) (Tapia-Araya *et al.* 2015), concepto erróneo que excluiría muchas de las técnicas MIS que no usan el videoendoscopio, sino que son guiados a través de otras tecnologías tales como: la radiología, la ultrasonografía o la microcirugía. A estos debates se ha sumado la confusión del concepto de endoscopia digestiva flexible y cirugía endoscópica, término éste último, mucho más amplio que incluye desde la laparoscopia hasta técnicas avanzadas en ORL y neuroendoscopia (Osorio *et al.* 2014a). De esta manera, se pueden encontrar en la literatura médica términos como: percutáneo, no endoscópico, abordaje tubular, mini-open, mini-invasivo, asistido por endoscopia, completamente endoscópico, microendoscópico, cirugía endoscópica mano asistida, endoscopia rígida, endoscopia flexible, por mencionar algunos. (Antoniou *et al.* 2015; Rugeles y Alonso 2011; Tapia-Araya *et al.* 2015; Usón *et al.* 2010; Van Bree *et al.* 1996).

Con el fin de evitar este tipo de controversias, un grupo de expertos consideró que la MIS se podría dividir en dos grandes grupos: cirugía percutánea o no endoscópica y cirugía video-endoscópica. Esta división permite abarcar, desde el propio concepto de la técnica quirúrgica, la gran mayoría de procedimientos que se consideran MIS. (Osorio *et al.* 2014b,

Ramírez *et al.* 2010, Ramírez *et al.* 2017a). Es importante comprender que el propósito y los objetivos de MIS son, en esencia, los mismos que la cirugía convencional o abierta, sin importar el tipo de abordaje que se realice (Ahn 2012).

Evolución de las técnicas MIS en veterinaria

El origen de los procedimientos MIS es difícil de determinar. Establecer un único punto de la historia en donde nació este concepto sería imposible. Al revisar la historia reciente, se podría considerar a Bozzini como el gran precursor de la endoscopia con sus trabajos realizados a principios del siglo XIX (Chamness 2005); no obstante, la mayoría de investigadores concuerdan en que la “explosión” de las técnicas mínimamente invasivas comenzó con el desarrollo de la laparoscopia de la mano del ginecólogo alemán Kurt Semm, quien realizó la primera colecistectomía laparoscópica en 1985 (Semm 1986). A partir de allí, el uso del endoscopio y los beneficios de las técnicas MIS se fueron expandiendo alrededor de diferentes países y especialidades.

En medicina veterinaria se tienen reportes de uso de endoscopia en perros y gatos en los años 70's (O'Brien 1970), curiosamente, antes del considerado “origen” en medicina humana; no obstante, por distintas razones, su desarrollo entró en una especie de latencia y no fue sino hasta la primera década del nuevo milenio que los veterinarios han retomado su interés en este tipo de técnicas (Chamness 2005; Tapia-Araya *et al.* 2015).

En la actualidad las técnicas MIS en medicina veterinaria comprenden un amplio rango de tratamientos quirúrgicos que van desde técnicas percutáneas guiadas por ultrasonido o rayos X (ej., radiología

intervencionista, toma de biopsia por ecografía), hasta las técnicas endoscópicas (ej., artroscopia, laparoscopia, histeroscopia).

Cirugía MIS percutánea

Los abordajes percutáneos, también denominados no endoscópicos, son técnicas que permiten, mediante el empleo de agujas y dilatadores, el ingreso a cavidades y estructuras para la realización de procedimientos sin la necesidad de un apoyo videoendoscópico. Dentro de los procedimientos percutáneos reportados en medicina veterinaria se destacan la colocación de clavos para artrodesis y reparación de fracturas (Kim *et al.* 2012; Pozzi *et al.* 2012), las técnicas endoluminales y radiología intervencionista (Usón *et al.* 2010) y tratamientos para el dolor lumbar (Bartels *et al.* 2003).

Técnicas percutáneas de osteosíntesis y artrodesis:

estas técnicas emplean clavos de Steinman, Kirschner, o placas; elementos que son posicionados de manera percutánea. En el caso de la osteosíntesis las indicaciones principales son fracturas tipo Salter Harris I y II (Kim *et al.* 2012). Por su parte, las artrodesis percutáneas con placa han sido empleadas en las articulaciones carpales y tarsales (Pozzi *et al.* 2012). Dentro de sus ventajas se han reportado beneficios como: disminución de la morbilidad posoperatoria, rápido retorno de la función, menor exposición de estructuras y menor riesgo de infección.

Técnicas endoluminales y radiología intervencionista:

este tipo de intervenciones emplean diferentes instrumentos introducidos vía percutánea o a través de orificios naturales, hasta hacerlos llegar al órgano deseado y allí colocar dispositivos o medicamentos como medida

terapéutica (Sun 2015). Las indicaciones son variadas, desde el tratamiento de embolización de epistaxis y colecistotomías, hasta la colocación de stents vasculares. Por sus características, permite técnicas de diagnóstico y tratamiento a través de angiografías selectivas en arterias: hepática, iliaca interna y carótida (Usón *et al.* 2010). Dentro de las limitaciones se tiene el costo de los equipos de apoyo, entre ellos, el intensificador de imágenes y arco en c, y el de los elementos necesarios para realizar la técnica como son: aguja de Seldinger, los alambres guía, los catéteres angiográficos, y los stents y coils.

Técnicas percutáneas para el tratamiento de dolor lumbar: otro tipo de técnica de acceso no endoscópico reportado en veterinaria es el tratamiento MIS para el alivio del dolor lumbar. Entre los más comunes están los bloqueos anestésicos selectivos, que son empleados como técnicas de diagnóstico y tratamiento para dolor lumbar (Graff *et al.* 2015). De otra parte, una técnica bastante novedosa es la discectomía térmica para el tratamiento de hernias discales Hansen II por vía percutánea con energías como láser o radiofrecuencia (Figura 1) (Alonso *et al.* 2013; Bartels *et al.* 2003). Este tipo

de técnicas permiten la descompresión percutánea de hernias contenidas a través del uso de pinzas sacabocado, la deshidratación del tejido discal (principalmente el núcleo pulposo) y por último, la denervación de la zona dorsal del anillo (Osorio *et al.* 2014a).

Cirugía endoscópica

Las técnicas de mayor expansión en veterinaria son los procedimientos guiados o asistidos por endoscopio, entre ellos: la toracoscopia, laparoscopia, artroscopia y rinoscopia. La etimología del término proviene de griego *endo*, que quiere decir dentro, y el verbo *skopein*, que significa observar con un propósito (Chamness 2005). Estas técnicas implican el uso de un endoscopio rígido con el fin de observar dentro de las estructuras a evaluar (Remedios y Ferguson 1996). La cirugía endoscópica es un conjunto de procedimientos que permiten, a través de un monitor, una videocámara y una fuente de luz, observar dentro de una cavidad corporal, establecer un diagnóstico, un pronóstico y realizar un tratamiento (Van Bree *et al.* 1996).

Para realizar cualquier tipo de procedimiento endoscópico es necesario contar con un equipamiento mínimo que permita

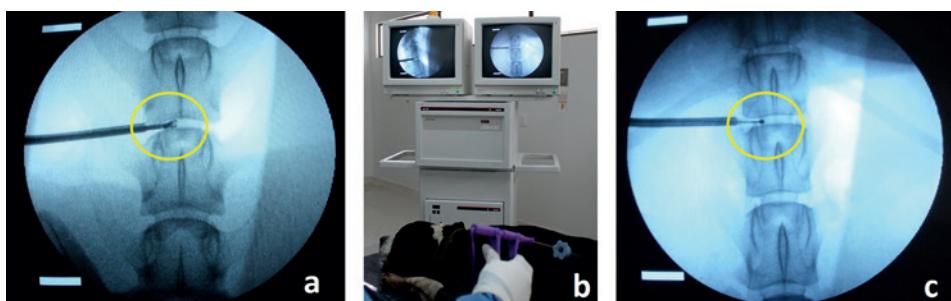


FIGURA 1. Resección percutánea del disco (discectomía). a) Discectomía percutánea con pinzas grasping. b) Modulación térmica con sistema de radiofrecuencia (Sistema Disc Fx, Ellquence LLC. NY). c) Vista radiográfica de la fibra de Radiofrecuencia en un disco intervertebral canino (Alonso *et al.* 2013).

su implementación sin mayores contratiempos. Es fundamental, además de los instrumentos específicos de cada técnica, contar con una torre de videoendoscopia (Tapia-Araya *et al.* 2015). Una torre estándar se constituye de monitor, fuente de luz y video procesador. De acuerdo al tipo de cirugía a realizar se debe complementar con elementos como pneumoinsuflador, bomba de irrigación y consola de fresas y cuchillas o "shaver" (Figura 2).

Laparoscopia: en general, los procedimientos guiados por endoscopia realizados en la zona abdominal son definidos como laparoscopia. En este grupo, también se han incluido las técnicas en tórax, también conocidas como toracoscopia. Al igual que con la cirugía convencional, las técnicas que se pueden llevar a cabo en la zona abdominal

son variadas. Entre ellas se destacan la criptooquidectomía, enterotomía, ovariectomía, colopexia, herniorrafia, adrenalectomía, gastropexia, oclusión del espacio renoesplénico, biopsias, cistotomía y nefrectomía (Chamness 2005; Remedios y Ferguson 1996; Tapia-Araya *et al.* 2015; Van Bree *et al.* 1996); y en la cavidad torácica, biopsias pulmonares, lobectomías parciales y totales, y pericardiectomías totales y parciales (Remedios y Ferguson 1996; Tapia-Araya *et al.* 2015; Van Bree *et al.* 1996).

Para la realización de cada uno de estas técnicas es fundamental una adecuada visualización. Para esto, además de un monitor de calidad médica y una excelente fuente de luz, es muy importante la selección del endoscopio. Comercialmente existen diferentes tipos de longitudes que van entre 30 y 51,6 cm, y con ángulos de

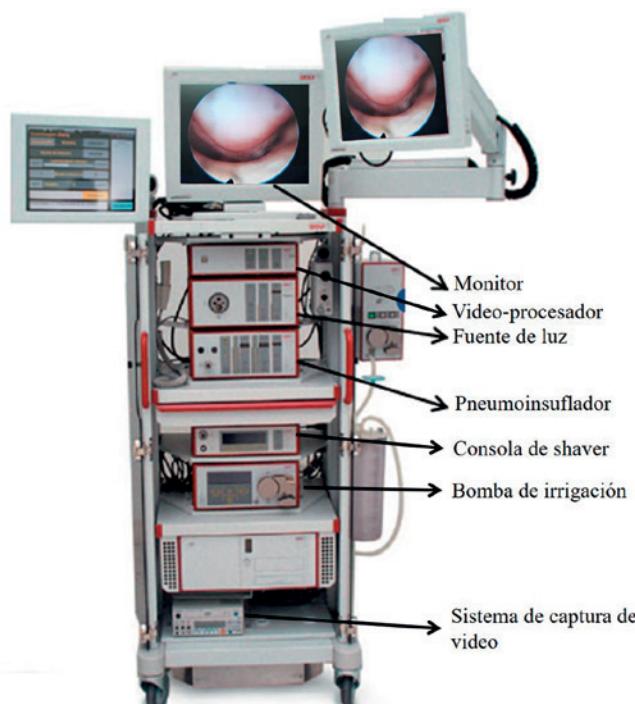


FIGURA 2. Torre videoendoscopia estándar (Richard Wolf, GmbH. Knittlingen – Alemania)

visión de 0 a 30°. Por su parte, el pneumo-insuflador tiene como función, a través del uso de gas, expandir el espacio abdominal, por lo cual es un elemento fundamental en el proceso de laparoscopia ya que de otro modo sería imposible visualizar y movilizar estructuras en la zona abdominal o pélvica. El "pneumo" permite el flujo constante y seguro de CO₂, suministrando de 10 a 20 l/min de gas para facilitar la distención abdominal y mantenerla durante el procedimiento (Remedios y Ferguson 1996; Tapia-Araya *et al.* 2015; Van Bree *et al.* 1996).

El endoscopio y el instrumental laparoscópico ingresan al animal por medio de una cánula con un trocar, estos elementos están disponibles comercialmente en distintos diámetros dependiendo de la técnica y la especie del animal. Comúnmente se utilizan tres trocares, uno para el endoscopio y dos para el manejo del instrumental. El instrumental de laparoscopia es variado y permite al cirujano alcanzar lugares y órganos con su longitud de 240 a 430 mm, entre ellos se tienen: tijeras, sacabocados, disectores, porta-agujas y diferentes sistemas de coagulación intracorpórea (Remedios y Ferguson 1996).

Artroscopia: las prácticas clínicas canina y equina han sido extensamente beneficiadas por técnicas artroscópicas y sus múltiples ventajas. Dentro de sus aspectos más importantes está la posibilidad de revisar a través de la cámara el espacio intra y peri articular, magnificar su visión, y poder establecer un diagnóstico en patologías de difícil identificación macroscópica, y de paso, en el mismo acto quirúrgico realizar los correctivos correspondientes (Figura 3) (Alonso y Camacho 2013; Beale y Hulse 2010). Las indicaciones más comunes para el uso de

esta técnica son: cojeras asociadas a daños degenerativos de la articulación, lesiones parciales de ligamentos intrarticulares, osteocondromas, desgarros meniscales, osteocondritis disecante de los cóndilos femorales, debridamiento de osteomielitis séptica y rupturas ligamentarias (Alonso y Camacho 2013; Beale y Hulse 2010, Cheetham 2006; McCarthy 2005a; Payne 2011; Smith *et al.* 2007; Van Bree y Van Ryssen 1996). Para la realización de la artroscopia es fundamental contar con un *shaver* y cuchillas. Asimismo, el lente comercialmente está disponible con angulaciones 0, 25 o 75° grados y con longitudes de 175 y 300 mm y 4 mm de diámetro. El instrumental depende de las indicaciones de la artroscopia y la articulación que se abordará. Existen tan variados como las cánulas de drenaje, sondas, pinzas de agarre de menisco, cuchillas, curetas, entre otros (Beale *et al.* 2003).

Rinoscopia: además de las técnicas en articulaciones y zona abdominal y torácica, se han desarrollado procedimientos endoscópicos para la revisión diagnóstica y el tratamiento de enfermedades en las vías respiratorias altas. Las indicaciones de la rinoscopia son: inflamaciones agudas en los meatus, micosis, tumores de la cavidad nasal y extracción de cuerpos extraños (Gerlach y Backhaus 1996; McCarthy 2005b). Comúnmente se emplean endoscopios rígidos de 1,9 mm con un ángulo de 30°. La longitud disponible comercialmente es de 15,2 cm. Este tipo de endoscopios tienen como particularidad que cuentan con canales de trabajo que permiten pasar a través del mismo endoscopio el instrumental necesario para realizar biopsias o procedimientos bajo visión endoscópica (McCarthy 2005b).

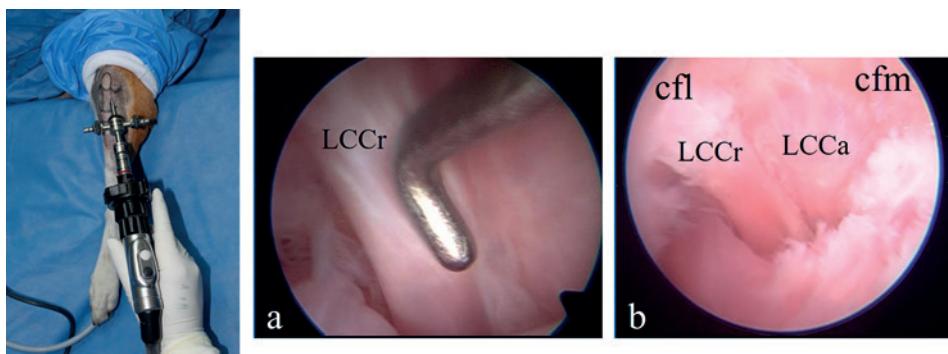


FIGURA 3. Artroscopia de Rodilla en Perro. a) **LCCr:** Ligamento Cruzado Craneal; b) **LCCa:** Ligamento Cruzado Caudal; **cfl:** Condilo Femoral Lateral; **cfm:** Condilo Femoral Medial (Alonso y Camacho 2013).

Futuro de la Cirugía de Mínima Invasión en Veterinaria

Las técnicas MIS han revolucionado la concepción de la cirugía moderna, no solo por el empleo de tecnologías de vanguardia, sino porque han originado nuevos retos para su adecuada implementación. El empleo de la MIS implica desarrollar nuevos modelos educativos, describir nuevas anatomías quirúrgicas, y crea el reto para los cirujanos de generar imágenes bidimensionales de los campos quirúrgicos (Alonso *et al.* 2012; Antoniou *et al.* 2015; Van Bree *et al.* 1996).

En este sentido, no cabe duda que la medicina veterinaria deberá seguir los pasos exitosos de la MIS (Cirugía Mínimamente Invasiva) en medicina humana. Además, avances como la cirugía de único puerto, cirugía N.O.T.E.S, tratamiento MIS para la obesidad, cirugía robótica, neuroendoscopia, entre otras, son las recientes innovaciones y crean la vanguardia en estas técnicas.

Técnicas de vanguardia en MIS

S.I.L.S. (Single-Incision Laparoscopic Surgery) o Cirugía de único puerto: es un tipo de técnica laparoscópica que permite

el ingreso a la cavidad abdominal a través de un único trocar, no a través de tres como se hace convencionalmente. El trocar de único puerto, cuenta con tres cánulas de trabajo para ingreso de instrumental y endoscopio rígido, ingresa a la zona abdominal realizando una sola incisión, o incluso a través del ombligo, siendo aún más seguro y mucho más estético. Para permitir una triangulación adecuada del instrumental, éste posee curvaturas especiales y que le permite llegar a toda las estructuras del abdomen (Figura 4).

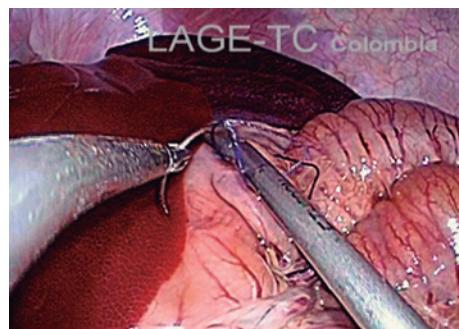


FIGURA 4. Sutura intracorpórea a través de S.I.L.S. en Cerdo. Nótese la curvatura del portaaguja que permite conseguir el ángulo de ataque y lograr el punto de sutura. (Fotografía usada con permiso del Latin American Gastrointestinal Endoscopy Training Center LAGE-TC. Dr. Eduardo Valdivieso).

N.O.T.E.S (Natural Orifice Translumenal Endoscopic Surgery): este tipo de cirugía endoscópica no emplea ningún tipo de incisión, o no son visibles externamente, sino que su ingreso es realizado a través de los orificios naturales. En medicina humana se han venido empleando orificios como el ombligo y la vagina, o la nariz para acceder a la base craneana. En el caso de veterinaria, se han implementado algunas técnicas como rinoscopia (McCarthy 2005b) y algunas técnicas ginecológicas como la ovariohisterectomía (Alford y Hanson 2010; Brun *et al.* 2011).

Neuroendoscopia y cirugía de columna: son técnicas percutáneas y endoscópicas avanzadas que permite el ingreso a cavidades que contienen estructuras nerviosas importantes como cerebro, cerebelo, saco dural y raíces nerviosas. Las técnicas endoscópicas de columna actualmente permiten la resección de hernias discales extruidas, centrales y migradas (Osorio *et al.* 2014a, Ramírez *et al.* 2016b, Ramírez *et al.* 2017a; Ramírez *et al.* 2017b) (Figura 5); el tratamiento de artrosis facetaria (Ramírez *et al.* 2016c) y también, el tra-

tamiento de estenosis e inestabilidades de la columna (Osorio *et al.* 2014b; Ramírez *et al.* 2017c).

Obesidad: dentro de las técnicas MIS de mayor impacto en medicina humana se tiene el tratamiento quirúrgico de la obesidad mórbida. Los procedimientos son variados e incluyen técnicas como: la gastroplastia de banda vertical, bandeo gástrico (ajustable y no ajustable), derivación gástrica (bypass gástrico) en Y de Roux y procedimientos de malabsorción (derivación biliopancreática, switch duodenal) (Picot *et al.* 2009; SAGES 2016). Todos estos procedimientos son realizados a través de laparoscopia y han demostrado resultados favorables, teniendo en cuenta las comorbilidades que comúnmente tienen estos pacientes (Gill *et al.* 2016).

Robótica: en un estricto sentido no es un tipo de endoscopia, sino que implica el empleo de robots que asisten al cirujano y le ofrecen una mayor precisión en sus movimientos. Dentro de sus grandes ventajas se debe destacar que su sistema óptico ofrece una visión 3D frente a la 2D que

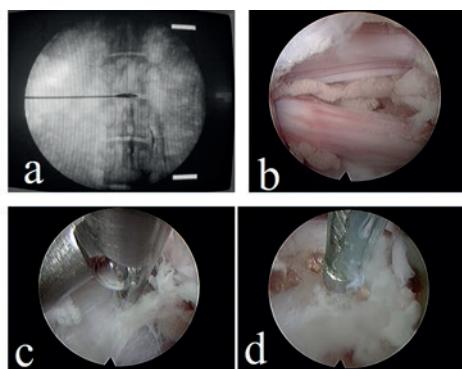


FIGURA 5. Endoscopia de columna por abordaje interlaminar en cadáver de cerdo como modelo de entrenamiento en cirugía humana. a) Discografía y tinción discal; b) Axila del Nervio Espinal L7-S1; c) Discectomía con pinzas grasping. d) Modulación térmica del tejido discal (Alonso y Rugeles 2017).

ofrece el equipamiento convencional de las técnicas endoscópicas. Actualmente, los resultados clínicos y económicos de la cirugía asistida por robot no han sugerido que sea superior sobre la cirugía laparoscópica (Callewaert *et al.* 2016; Rencuzogullari *et al.* 2016).

Retos de la MIS en medicina veterinaria

La experiencia publicada hasta ahora y la evidencia que se tiene con respecto a los beneficios de la MIS, permiten augurar un camino favorable hacia su implementación más generalizada en veterinaria. Con el ánimo de avanzar en este camino, las nuevas generaciones de médicos veterinarios deben enfrentar varios retos importantes. El primer paso que deben asumir los cirujanos veterinarios es conocer la amplia gama de indicaciones que actualmente tiene la cirugía mínimamente invasiva en veterinaria. Algunas de ellas incluso con estudios de alto nivel de evidencia (Coisman *et al.* 2014; Culp *et al.* 2009; Devitt *et al.* 2005). Una vez concretado este primer paso, los retos más importantes a enfrentar son la falta de entrenamiento, la brecha tecnológica, y la falta de evidencia científica de alta calidad que soporte los resultados clínicos.

Entrenamiento en MIS

En cualquier tipo de procedimiento quirúrgico, sea convencional o MIS, existe una altísima relación entre la tasa de complicaciones y la falta de entrenamiento (Alonso y Rugeles 2017). Muchas de las técnicas innovadoras y bastante prometedoras han sucumbido en la comunidad médica por el hecho de desarrollar modelos inadecuados de entrenamiento y por lo tanto, curvas de aprendizaje deficientes (Uson-Gargallo *et al.* 2014). El entrenamiento y adies-

tramiento para la implementación de las técnicas MIS implican, además de conocer el protocolo quirúrgico, una adecuada selección de los pacientes y el conocimiento de las limitaciones de la técnica en sí misma (Rugeles y Alonso 2011) pues las técnicas MIS no son omnipotentes, ni remplazan el conjunto de procedimientos convencionales. Con el fin de que los cirujanos obtengan este conocimiento es necesario contar con modelos educativos que incluyan en sus currículos, de manera completa, estos aspectos. En este sentido, el entrenamiento en los procedimientos MIS es un reto que debe ser enfrentado desde los centro de formación profesional, a través de programas de educación continua, especialización y supraespecialización dirigido hacia el desarrollo de destrezas específicas (Alonso *et al.* 2014; Alonso y Rugeles 2017), pero con el pleno conocimiento de las limitaciones, las desventajas y la filosofía de las técnicas. Asimismo, el adiestramiento técnico debe comenzar con modelos de simulación en seco (Dry-Lab) (Uson-Gargallo *et al.* 2014) y componentes anatómicos, que permitan a los cirujanos obtener, paso a paso, las competencias quirúrgicas necesarias para realizar la técnica. Posteriormente, empleando el modelo Halstediano de adiestramiento quirúrgico (ver, hacer, enseñar), empleado durante siglos en la formación de cirujanos (McClusky y Smith 2008), continuar la curva de aprendizaje en pacientes, comenzando desde las técnicas más básicas (ej: técnicas percutáneas y laparoscopia diagnóstica) hasta las técnicas avanzadas (ej: artroscopia de rodilla).

Brecha tecnológica

En relación al reto tecnológico, es importante anotar que, si bien es de considerar el monto de inversión en equipamiento

e infraestructura, muchos estudios en medicina humana han demostrado la excelente relación costo-beneficio y el impacto positivo al sistema de salud. De otro lado, muchos veterinarios han decidido aprovechar el beneficio económico del uso de dispositivos médicos repotenciados o de tecnologías de versiones anteriores que se descartan en medicina humana, equipos que, sin ser de última tecnología, cumplen con creces las necesidades actuales en el campo veterinario. Asimismo, algunas casas comerciales ofrecen endoscopios veterinarios y torres bastante versátiles que permiten su utilización en varias indicaciones incluyendo laparoscopia, toracoscopia, artroscopia y hasta rinoscopia. Por supuesto, la adquisición de estos elementos debe estar ligada al entrenamiento y posibilidades reales de implementación que tenga cada médico veterinario.

Implementación y generación de investigaciones de alta calidad

La generación de publicaciones científicas está ligado al adiestramiento e implementación de las técnicas y a la consolidación de la experiencia lograda por los distintos grupos de trabajo clínico. Es necesario implementar de manera regular las técnicas MIS, esto permitirá establecer técnicas estándar de oro. Y una vez estas técnicas MIS estén consolidadas, ampliamente aceptadas y sus resultados clínicos sean mejores que las técnicas convencionales o abiertas, hará que, como sucede actualmente en medicina humana, no se admita la realización de ciertos procedimientos abiertos para algunas patologías, como es el caso de las reconstrucciones ligamentarias de rodilla y hombro, o la colecistectomía laparoscópica, técnicas que hoy en día ningún cirujano humano realizaría con

técnicas convencionales. Una vez se desarrollen los centros clínicos, las curvas de aprendizaje y los seguimientos adecuados en términos de desenlaces clínicos, tasa de complicaciones y tiempos de recuperación, se podrán desarrollar ensayos clínicos controlados que demuestren las ventajas reales de cada uno de los procedimientos.

CONCLUSIONES

La MIS y el continuo desarrollo tecnológico ofrecen a la medicina veterinaria un nuevo horizonte. Este tipo de técnicas, además de procurar beneficios directos a los pacientes como son: menor dolor, menor tiempo de recuperación, menor estrés posoperatorio, menor pérdida sanguínea, entre otros, permite un retorno más rápido a las actividades normales y unos mejores resultados estéticos. Por supuesto, su implementación implica importantes retos clínicos para los profesionales. Es imprescindible la inversión en infraestructura, equipos y entrenamiento, pues estos factores están ampliamente ligados con el éxito de la técnica y el aporte de beneficios reales.

Las perspectivas de la MIS en medicina veterinaria son bastante amplias. El rezago se constituye en una oportunidad de innovación para las nuevas generaciones de médicos veterinarios deseosos de ofrecer una mejor alternativa a sus pacientes y sus propietarios.

REFERENCIAS

- Adnane C, Adouly T, Zouak A, Mahtar M. 2015. Quality of life outcomes after functional endoscopic sinus surgery for nasal polyposis. Am J Otolaryngol. 36: 47-51. Doi: 10.1016/j.amjoto.2014.09.003.
- Ahn Y. 2012. Transforaminal percutaneous endoscopic lumbar discectomy: technical tips to

- prevent complications. *Expert Rev Med Devices.* 9: 361-366. Doi: 10.1586/erd.12.23.
- Alford C, Hanson R. 2010. Evaluation of a transvaginal laparoscopic natural orifice transluminal endoscopic surgery approach to the abdomen of mares. *Vet Surg.* 39: 873-878. Doi: 10.1111/j.1532-950X.2010.00722.x.
- Alonso GO, Ramírez JF, Camacho FJ. 2012. Estudio anatómico de la amplitud de los discos intervertebrales y de la zona foraminal a nivel toracolumbar en perros adultos. *Rev Med Vet Zoot.* 59: 11-20.
- Alonso GO, Ramírez JF, Camacho F, Cortés M. 2013. Discectomía percutánea dorsolateral para el tratamiento de hernia discal Hansen tipo II en los segmentos T11 a L6 en perros: Estudio en cadáveres. *Rev Fac Cs Vets.* 54: 60-67.
- Alonso GO, Camacho FJ. 2013. Estudio de la anatomía artroscópica de la rodilla en cadáveres caninos usando un lente de 2,4 mm de diámetro. *Conexión Agropecuaria.* 3: 15-28.
- Alonso GO, Camacho F, Cortés M, Coguña N. 2014. Desarrollo de un simulador de bajo costo para la adquisición de destrezas básicas en cirugía artroscópica. *Rev Asoc Argent Ortop Traumatol.* 79: 107-116. Doi: <https://doi.org/10.15417/339>.
- Alonso GO, Rugeles JG. 2017. Endoscopic interlaminar discectomy. Use of swine cadavers as a training model. *Columna/Columna.* 16: 116-120. Doi: 10.1590/s1808-185120171602147361.
- Antoniou SA, Antoniou GA, Antoniou AI, Grandérath FA. 2015. Past, present, and future of minimally invasive abdominal surgery. *JSLS.* 19. Doi: 10.4293/JSLS.2015.00052.
- Bartels KE, Higbee RG, Bahr RJ, Galloway DS, Healey TS, Arnold C. 2003. Outcome of and complications associated with prophylactic percutaneous laser disk ablation in dogs with thoracolumbar disk disease: 277 cases (1992-2001). *J Am Vet Med Assoc.* 222: 1733-1739.
- Beale BS, Hulse DA, Schulz K, Whitney W. 2003. Arthroscopic Instrumentation. En: Beale B, Hulse D, Schulz K, Whitney W, editores. *Small Animal Arthroscopy.* Philadelphia (US): Saunders. p. 4-21.
- Beale BS, Hulse DA. 2010. Arthroscopy versus arthrotomy for surgical treatment. En: Muir P, editor. *Advances in the canine cranial cruciate ligament.* Iowa (US): Wiley-Blackwell. p. 145-148.
- Brun MV, Silva MA, Mariano MB, Motta AC, Colomé LM, Feranti JP, Pohl VL, Ataide MW, Guedes RL, Santos FR. 2011. Ovariohysterectomy in a dog by a hybrid NOTES technique. *Can Vet J.* 52: 637-640.
- Buia A, Stockhausen F, Hanisch E. 2015. Laparoscopic surgery: A qualified systematic review. *World J Methodol.* 5: 238-254. Doi: 10.5662/wjm.v5.i4.238.
- Callewaert G, Bosteels J, Housmans S, Verguts J, Van Cleynenbreugel B, Van der Aa F, De Ridder D, Vergote I, Deprest J. 2016. Laparoscopic versus robotic-assisted sacrocolpopexy for pelvic organ prolapse: a systematic review. *Gynecol Surg.* 13: 115-123. Doi: 10.1007/s10397-016-0930-z.
- Chamness CJ. 2005. Introduction to veterinary endoscopy and endoscopic instrumentation. En: McCarthy T, editor. *Veterinary endoscopy for the small animal practitioner.* St. Louis (US): Saunders. p. 1-20.
- Cheetham JA. 2006. Arthroscopic approaches to the palmar aspect of the equine carpus. *Vet Surg.* 35: 227-231. Doi: 10.1111/j.1532-950X.2006.00141.x.
- Coisman JG, Case JB, Shih A, Harrison K, Isaza N, Ellison G. 2014. Comparison of surgical variables in cats undergoing single-incision laparoscopic ovariecomy using a LigaSure or extracorporeal suture versus open ovariecomy. *Vet Surg.* 43: 38-44. Doi: 10.1111/j.1532-950X.2013.12073.x.
- Conrad LB, Ramírez PT, Burke W, Naumann RW, Ring KL, Munsell MF, Frumovitz M. 2015. Role of minimally invasive surgery in gynecologic oncology: an updated survey of members of the society of gynecologic oncology. *Int J Gynecol Cancer.* 25: 1121-1127. Doi: 10.1097/IGC.0000000000000450.
- Culp WT, Mayhew PD, Brown DC. 2009. The effect of laparoscopic versus open ovariecomy on postsurgical activity in small dogs. *Vet Surg.* 38: 811-817. Doi: 10.1111/j.1532-950X.2009.00572.x.
- Devitt CM, Cox RE, Hailey JJ. 2005. Duration, complications, stress, and pain of open ovariohysterectomy versus a simple method of

- laparoscopic-assisted ovariohysterectomy in dogs. *J Am Vet Med Assoc.* 227: 921-927.
- Fattouch K, Moscarelli M, Del Giglio M, Albertini A, Comoglio C, Coppola R, Nasso G, Spezzale G. 2016. Non-sutureless minimally invasive aortic valve replacement: mini-sternotomy versus mini-thoracotomy: a series of 1130 patients. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 23: 253-258. Doi: 10.1093/icvts/ivw104.
- Gerlach K, Backhaus M. 1996. Rinoscopia diagnóstica y quirúrgica en el perro. En: Van Bree H, Kelch G, Thiele S, editores. *Cirugía de mínima invasión en pequeños animales.* Zaragoza (ES): Acribia. p. 63-84.
- Gill RS, Majumdar SR, Rueda-Clausen CF, Apté S, Birch DW, Karmali S, Sharma AM, Klarenbach S, Padwal RS. 2016. Comparative effectiveness and safety of gastric bypass, sleeve gastrectomy and adjustable gastric banding in a population-based bariatric program: prospective cohort study. *Can J Surg.* 59: 233-241. Doi: 10.1503/cjs.013315.
- Graff SM, Wilson DV, Guiot LP, Nelson NC. 2015. Comparison of three ultrasound guided approaches to the lumbar plexus in dogs: a cadaveric study. *Vet Anaesth Analg.* 42: 394-404. Doi: 10.1111/vaa.12224.
- Keller DS, Delaney CP, Hashemi L, Haas EM. 2015. A national evaluation of clinical and economic outcomes in open versus laparoscopic colorectal surgery. *Surg Endosc.* 30: 4220-4228. Doi: 10.1007/s00464-015-4732-6.
- Kim SE, Hudson CC, Pozzi A. 2012. Percutaneous pinning for fracture repair in dogs and cats. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.* 42: 963-974. Doi: 10.1016/j.cvsm.2012.07.002.
- Marcus HJ, Hughes-Hallett A, Kwasnicki RM, Darzi A, Yang GZ, Nandi D. 2015. Technological innovation in neurosurgery: a quantitative study. *J Neurosurg.* 123: 174-181. Doi: 10.3171/2014.12.JNS141422.
- McCarthy T. 2005a. Arthroscopy: diagnostic and surgical applications in small animal practice. En: McCarthy T, editor. *Veterinary endoscopy for the small animal practitioner.* St Louis (US): Elsevier. p. 447-565.
- McCarthy T. 2005b. Rhinoscopy: the diagnostic approach to chronic nasal disease. En: McCarthy T, editor. *Veterinary endoscopy for the small animal practitioner.* St Louis (US): Elsevier. p. 137-200.
- McClusky D, Smith CD. 2008. Design and development of a surgical skills simulation curriculum. *World J Surg.* 32: 171-181. Doi: 10.1007/s00268-007-9331-9.
- O'Brien JA. 1970. Bronchoscopy in the dog and cat. *J Am Vet Med Assoc.* 156: 213-217.
- Osorio E, Ramírez JF, Ruegels JG, Alonso GO. 2014a. Endoscopy and thermodiscoplasty: A minimally invasive surgical treatment for lumbar pain. En: Ramina R, Pires PH, Tatagiba M, editores. *Samii's Essentials in Neurosurgery.* 2a ed. Berlin (GR): Springer-Verlag. p. 103-115.
- Osorio E, Ramírez JF, Ruegels JG, Alonso GO. 2014b. Endoscopic spine surgery as treatment for lumbar disc herniation and foraminal stenosis. En: Ramani PS, editor. *WFNS Textbook of Surgical Management Lumbar Disc Herniation.* London (UK): Jaypee Brothers Medical. p. 204-212.
- Patel AA, Zfass-Mendez M, Lebwohl NH, Wang MY, Green BA, Levi AD, Vanni S, Williams SK. 2015. Minimally invasive versus open lumbar fusion: a comparison of blood loss, surgical complications, and hospital course. *Iowa Orthop J.* 35: 130-134.
- Payne JT. 2011. Arthroscopy. En: Tams T, editor. *Small Animal Endoscopy.* 3º ed. St Louis (US): Elsevier. p. 607-621.
- Picot J, Jones J, Colquitt JL, Gospodarevskaya E, Loveman E, Baxter L, Clegg AJ. 2009. The clinical effectiveness and cost-effectiveness of bariatric (weight loss) surgery for obesity: a systematic review and economic evaluation. *Health Technol Assess.* 13: 215-357. Doi: 10.3310/hta13410.
- Pozzi A, Lewis DD, Hudson CC, Kim SE. 2012. Percutaneous plate arthrodesis in small animals. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.* 42: 1079-1096. Doi: 10.1016/j.cvsm.2012.07.001.
- Prada N, Rivera D, Alonso GO. 2012. Prevalencia de dolor osteomuscular en cirujanos artroscópicos y su relación con el entrenamiento en ergonomía y las posturas adecuadas. *Rev Col Ort Tra.* 26: 120-128.
- Ramírez JF, Camacho F, Alonso GO, Rojas MA, Cogüa LN, Herrera DP, Cortés M. 2010. *Curso de actualización en habilidades para cirugía*

- endoscópica. Guía para el estudiante. Bogotá: Fundación CLEMI. 23 p.
- Ramírez JF, Rugeles JG, Osorio E, Ramírez C, Prada N, Alonso GO. 2016a. Complications of non-endoscopic discectomy: A retrospective study of twenty-one years. *Coluna/Columna*. 15: 303-305. Doi: 10.1590/s1808-185120161504166517.
- Ramírez JF, Prada N, Ramírez C, Rugeles JG, Alonso GO. 2016b. Treatment of symptomatic lumbar stenosis with endoscopy. En: III SpineWeek; 2016 mayo 16-20; Singapur. Medicongress.
- Ramírez JF, Rugeles JG, Osorio E, Ramírez C, Alonso GO. 2016c. Radiofrequency neurolysis for lumbar pain using a variation of the original technique. *Pain Physician*. 19(3): 155-161.
- Ramírez JF, Rugeles JG, Osorio E, Ramírez C, Prada N, Alonso GO. 2017a. Tratamiento de las hernias centrales extruidas y migradas en el segmento L5-S1 a través de un abordaje endoscópico interlaminar. En: XVI Congresso da Sociedade Brasileira de Coluna (CBC 2017), XIV Congresso da Sociedade Iberolatinoamericana (SILACO), II Congresso da Sociedade Internacional da Junção Craniovertebral e Coluna e do I Encontro do grupo de países do Grupo BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul); 2017 abril 19-22, Rio de Janeiro, Brazil.
- Ramírez JF, Osorio E, Rugeles JG, Ramírez C, Alonso GO. 2017b. Cervical endoscopic versus open foraminotomy for uncovertebral lateral stenosis. En: Lewandrowski KU, Schubert M, Ramírez JF, Fessler R, editores. *Minimally Invasive Spinal Surgery: Principles and Evidence-Based Practice*. 1º ed. London: Jaypee Brothers Medical. p. 21-26.
- Ramírez JF, Rugeles JG, Osorio E, Ramírez C, Prada N, Alonso GO, et al. 2017c. Espaciador interespinoso percutáneo combinado con discectomía endoscópica: una alternativa para el tratamiento de hernia discal con inestabilidad segmentaria posterior. En: XVI Congresso da Sociedade Brasileira de Coluna (CBC 2017), XIV Congresso da Sociedade Iberolatinoamericana (SILACO), II Congresso da Sociedade Internacional da Junção Craniovertebral e Coluna e do I Encontro do grupo de países do Grupo BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul); 2017 abril 19-22, Rio de Janeiro (Brazil).
- BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul); 2017 abril 19-22; Rio de Janeiro (Brazil).
- Remedios AM, Ferguson JF. 1996. Minimally invasive surgery: Laparoscopy and thoracoscopy in small animals. *Comp Cont Educ*. 18: 1191-1196.
- Rencuzogullari A, Gorgun E, Costedio M, Aytac E, Kessler H, Abbas MA, Remzi FH. 2016. Case-matched comparison of robotic versus laparoscopic proctectomy for inflammatory bowel disease. *Surg Laparosc Endosc Percutan Tech*. 26: e37-40. Doi: 10.1097/SLE.0000000000000269.
- Riskin DJ, Longaker MT, Gertner M, Krummel TM. 2006. Innovation in surgery: a historical perspective. *Ann Surg*. 244: 686-693. Doi: 10.1097/01.sla.0000242706.91771.ce.
- Ruan W, Feng F, Liu Z, Xie J, Cai L, Ping A. 2016. Comparison of percutaneous endoscopic lumbar discectomy versus open lumbar microdiscectomy for lumbar disc herniation: A meta-analysis. *Int J Surg*. 31: 86-92. Doi: 10.1016/j.ijssu.2016.05.061.
- Rugeles JG, Alonso GO. 2011. Técnicas mínimamente invasivas de la columna vertebral. En: Sociedad Colombiana de Cirugía Ortopédica y Traumatología, editor. *Actualización en patología de artroscopia y traumatología deportiva*. Bogotá: SCCOT. p. 23- 66.
- Semm K. 1986. Operative pelviscopy. *Br Med Bull*. 42: 284-295.
- Siontis GC, Stefanini GG, Mavridis D, Siontis KC, Alfonso F, Pérez-Vizcayno MJ, Byrne RA, Kastrati A, Meier B, Salanti G, Jüni P, Windecker S. 2015. Percutaneous coronary intervention strategies for treatment of in-stent restenosis: a network meta-analysis. *Lancet*. 386: 655-664. Doi: 10.1016/S0140-6736(15)60657-2.
- Smith MR, Wright IM, Smith RK. 2007. Endoscopic assessment and treatment of lesions of the deep digital flexor tendon in the navicular bursae of 20 lame horses. *Equine Vet J*. 39: 18-24.
- [SAGES] Society of American Gastrointestinal and Endoscopic Surgeons. 2016. Cirugía laparoscópica para obesidad severa: información para el paciente de parte de su médico y de SAGES [Internet]. [citado 2016 jun 12]; Disponible en <http://www.sages.org/publications/patient->

- information/informacion-para-el-paciente-cirugia-laparoscopica-para-obesidad-severa/. Spaner SJ, Warnock GL. 1997. A brief history of endoscopy, laparoscopy, and laparoscopic surgery. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*. 7: 369-373. Doi: 10.1089/lap.1997.7.369.
- Sun F. 2015. Tools of the trade –Interventional radiology 3. En: Weisse C, Berent A, editors. Veterinary image-guided interventions. Iowa (US): Wiley-Blackwell. p. 3-14.
- Tapia-Araya A, Díaz-Güemes I, Sánchez-Margallo F. 2015. Veterinary laparoscopy and minimally invasive surgery. *Companion Animal*. 20(7): 382-392.
- Usón J, Sun F, Crisóstomo V. 2010. Manual de técnicas endoluminales y radiología intervencionista en veterinaria. Cáceres (ESP): Centro de Cirugía de Mínima Invasión Jesús Usón.
- Usón-Gargallo J, Tapia-Araya AE, Díaz-Güemes Martin-Portugués I, Sánchez-Margallo FM. 2014. Development and evaluation of a canine laparoscopic simulator for veterinary clinical training. *J Vet Med Educ*. 41: 218–224. Doi: 10.3138/jvme.0913-136R1.
- Van Bree H, Kelch G, Thiele S. 1996. Cirugía de mínima invasión en pequeños animales. Zaragoza (ES): Acribia.
- Van Bree H, Van Ryssen B. 1996. Artroscopias diagnósticas y quirúrgicas. En: Van Bree H, Kelch G, Thiele S, editores. Cirugía de mínima invasión en pequeños animales. Zaragoza (ES): Acribia. p. 63-84.
- Zhang FW, Zhou ZY, Wang HL, Zhang JX, Di BS, Huang WH, Yang KH. 2014. Laparoscopic versus open surgery for rectal cancer: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Asian Pac J Cancer Prev*.15: 9985-9996.

Article citation:

Alonso GO. 2018. Cirugía de mínima invasión en veterinaria: Evolución, impacto y perspectivas para el futuro. Revisión. [Minimally invasive veterinary surgery: evolution, impact and future perspective. Review]. *Rev Med Vet Zoot*. 65(1): 84-98. Doi: 10.15446/rfmvz.v65n1.72035.