



Cirugía de mínima invasión en veterinaria

Minimally invasive surgery in veterinary medicine

Cirurgia minimamente invasiva em medicina veterinária

Esmeralda Dioselina Pimbosa-Ortíz^I

epimbosa@utmachala.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-6146-1845>

Lorena Matilde Zapata-Saavedra^{II}

mlzapata@utmachala.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-0025-7458>

Correspondencia: epimbosa@utmachala.edu.ec

Ciencias Naturales

Artículo de revisión

***Recibido:** 30 de enero de 2020 ***Aceptado:** 15 de febrero de 2021 ***Publicado:** 01 de marzo de 2021

- I. Doctor en Medicina Veterinaria y Zootecnia, Magister en Clínica y Cirugía Canina, Universidad Técnica de Machala, Machala, Ecuador.
- II. Doctor en Medicina Veterinaria y Zootecnia, Magister en Clínica y Cirugía Canina, Diploma Superior en Diseño Curricular por Competencias, Universidad Técnica de Machala, Machala, Ecuador.

Resumen

La tecnología ha ido revolucionando diferentes sectores profesionales, el área médica y la cirugía no es la excepción, uno de estos progresos lo constituye la cirugía mínima invasiva, es por esto que se ha planteado como objetivo de la investigación: brindar al lector la evolución conceptual y las proyecciones futuras de la cirugía de mínima invasión en medicina veterinaria, esto permitirá informar acerca de su importancia, aplicaciones y diversidad de este tipo de cirugía, para lo cual se recurrió a la revisión bibliográfica de artículos científicos publicados en diferentes bases de datos a nivel mundial, de esta manera se describió algunos temas fundamentales como la cirugía veterinaria, la definición de cirugía mínima invasiva, la aplicación de la está en ciencias veterinarias, y las fracturas más comunes en animales domésticos, luego de lo cual se pudo establecer la conclusión de que los avances sustanciales de los últimos tiempos en el campo de la cirugía de invasión mínima (MIS) son muy claros, en las naciones desarrolladas, parece sólo tratarse de una transformación entre la cirugía tradicional y nuevos métodos nacientes, de procedimientos no invasivos dirigidos por imágenes. Por otra parte, en las naciones en vías de desarrollo y en las economías con reciente relevancia, aún se efectúan esfuerzos para dejar atrás la cirugía tradicional.

Palabras clave: Tecnología; cirugía; fracturas; anestesia.

Abstract

Technology has been revolutionizing different professional sectors, the medical area and surgery is no exception, one of these advances is minimally invasive surgery, which is why the objective of the research has been proposed: to provide the reader with conceptual evolution and future projections of minimally invasive surgery in veterinary medicine, this will inform about its importance, applications and diversity of this type of surgery, for which a bibliographic review of scientific articles published in different databases was used. world level, in this way some fundamental topics such as veterinary surgery, the definition of minimally invasive surgery, the application of is in veterinary sciences, and the most common fractures in domestic animals were described, after which the conclusion could be established that the substantial advances of recent times in the field of minimally invasive surgery (MIS) They are very clear, in developed nations, it seems to be just a transformation between traditional surgery and new emerging methods, of

non-invasive procedures guided by images. On the other hand, in developing nations and emerging economies, efforts are still being made to move beyond traditional surgery.

Keywords: Technology; surgery; fractures; anesthesia.

Resumo

A tecnologia vem revolucionando diversos setores profissionais, a área médica e a cirurgia não fogem à regra, um desses avanços é a cirurgia minimamente invasiva, por isso se propõe o objetivo da pesquisa: fornecer ao leitor evolução conceitual e projeções futuras de minimamente cirurgia invasiva em medicina veterinária, este informará sobre a sua importância, aplicações e diversidade deste tipo de cirurgia, para a qual foi utilizada uma revisão bibliográfica de artigos científicos publicados em diferentes bases de dados a nível mundial, desta forma alguns tópicos fundamentais como a cirurgia veterinária, a definição de cirurgia minimamente invasiva, a aplicação de está nas ciências veterinárias, e as fraturas mais comuns em animais domésticos foram descritas, após o que se pôde estabelecer que os avanços substanciais dos últimos tempos no campo da cirurgia minimamente invasiva (MIS) São muito claros, nos países desenvolvidos, parece ser apenas uma transformação entre a cirurgia tradicional e os novos métodos emergentes, de procedimentos não invasivos guiados por imagens. Por outro lado, em países em desenvolvimento e economias emergentes, esforços ainda estão sendo feitos para ir além da cirurgia tradicional.

Palavras-chave: Tecnologia; cirurgia; fraturas; anestesia.

Introducción

La tecnología ha experimentado adelantos significativos en el transcurso de las últimas décadas, esto ha llevado a revolucionar una gran cantidad de sectores sociales y económicos, como consecuencia, los profesionales también requieren estar capacitándose constantemente para estar al día con los nuevos avances, el área médica y la cirugía no es la excepción (Guerrero et al., 2004).

De acuerdo con el médico cirujano Richard Satava, se describe el progreso del campo quirúrgico a través de los años en las siguientes eras: era de la anatomía y fisiología, anestesia, antibióticos y cirugía mínima invasiva (MIS) (Giménez, 2017); esta última ha transformado la manera de

plantear ciertas patologías en medicina humana, sin embargo, algunos factores como el déficit de preparación y los altos costos en equipos, han condicionado su acoplamiento en medicina veterinaria.

Un primer paso hacia el uso exponencial de estos procedimientos, es constituir el potencial que tienen en la actualidad. De esta manera, es importante conocer la definición, la filosofía y las diferentes ventajas de este tipo de métodos, lo que facilitaría a los Médicos Veterinarios ver la MIS desde otra óptica.

Por otro lado, se deben evitar algunos arquetipos teóricos que señalan que la MIS es solo la laparoscopia y exponer las muchas posibilidades de desarrollo de técnicas en distintas patologías. El futuro de la cirugía veterinaria conlleva a cerrar la brecha tecnológica y asimilar el camino ya recorrido por la cirugía humana, y de esta forma, ofrecer los resultados de sus avances a los pacientes (Alonso, 2018).

Este artículo tiene como objetivo brindar al lector la evolución conceptual y las proyecciones futuras de la cirugía de mínima invasión en medicina veterinaria, esto permitirá informar acerca de su importancia, aplicaciones y diversidad de este tipo de cirugía.

Cirugía en veterinaria

La cirugía veterinaria es de las prácticas más antiguas, al igual que la cría de los animales domésticos y la agricultura, sin lugar a dudas, todavía más antigua que la propia medicina humana, debido a que la tendencia del ser humano en sanar, se encaminó en primera instancia a evitar pérdidas materiales; en los primeros tiempos de la medicina coinciden las dos cirugías: la humana y la veterinaria, de tal manera que la medicina en términos generales se unifica, ya que las pinturas rupestres y dibujos de la antigüedad pertenecen tanto a humanos como a los animales (Dachis, 1934).

La medicina veterinaria fundamentada en la evidencia no es imposible de poner en práctica, ni restringe que sus seguidores usen su mejor perspectiva clínica en el manejo de sucesos individuales; acerca del principio, en las experiencias de las diversas ramas de la medicina humana, los veterinarios deben estar pendientes a futuras evidencias, para que de esta manera los tratamientos veterinarios se expanda rápidamente, con expectativas positivas y lograr mejores resultados de tratamiento (Holmes & Ramey, 2007).

La medicina basada en la evidencia por sus siglas (MBE), alude al uso consecuente, claro y pertinente de la mejor prueba actual de la investigación para la atención de un paciente, el concepto de MBE se dio a conocer por primera vez en la medicina humana a inicios de la década de 1990 y se incluyó en la medicina veterinaria 10 años después, sin embargo, no quedó claro que el objetivo de MBE difundido en la medicina humana pueda adaptarse en la misma proporción a la medicina veterinaria. (Vandeweerd et al., 2012).

La cirugía mínima invasiva ha transformado la forma de plantear ciertas patologías en medicina humana, factores como el déficit de preparación y los altos costos en equipos, han condicionado su acoplamiento en medicina veterinaria; un primer paso hacia el uso exponencial de estos procedimientos, es constituir el potencial que tienen en la actualidad, de esta manera, es importante conocer la definición, la filosofía y las diferentes ventajas de este tipo de métodos, lo que facilitaría a los Médicos Veterinarios ver la cirugía mínima invasiva desde otra óptica.

Definición de la MIS

La MIS tiene como propósito llevar a cabo un procedimiento quirúrgico con un efecto lo menos invasivo posible, esta no debe complicar los resultados del procedimiento, y tiene que ser adaptable indistintamente de la enfermedad; la MIS ha tomado notoriedad en el campo veterinario y humano, se ha empleado en procedimientos cervicales, toracolumbares y lumbosacros, enfoques que demandan innovaciones en las logísticas de acceso a las diferentes ubicaciones anatómicas (Hettlich, 2018).

Los procedimientos de descompresión y estabilización se realizan con éxito en humanos mediante enfoques MIS, para esto se recurre a retractores especializados y asistencia endoscópica o de aumento, sin dejar de ser capaz de acoplarse a los principios de sujeción ortopédica (Hettlich, 2018).

La cirugía mínimamente invasiva (MIS) es un procedimiento quirúrgico que usa instrumentos delgados, los cuales son insertados a través de pequeños cortes en el cuerpo del paciente para efectuar una operación quirúrgica; en la cirugía laparoscópica, los instrumentos se introducen en el abdomen del paciente a través de las incisiones, la recuperación es breve, el trauma se minimiza para el paciente y los resultados estéticos favorables son los atributos más relevantes (Maddah et al., 2020). Las mejoras recientes y la inclusión de varios dispositivos médicos han aportado claramente a la eficiencia, sencillez y eficacia de la cirugía veterinaria (Peycke, 2015).

Aplicaciones de la MIS en ciencias veterinarias

Un ejemplo de su aplicación en aves de corral, es un método no quirúrgico para registrar mediante electroencefalogramas (EEG) el cerebro de dichos animales, estas técnicas extenderán la eficiencia de la investigación y aclarará la comprensión de la gallina con su entorno, suprimiendo la necesidad de intervenciones quirúrgicas invasivas y reducir los factores de confusión de la anestesia, la intervención cerebral y la recuperación; con más distinción, el método podría abrir nuevas sendas en la investigación fisiológica (Eberle et al., 2018).

En materia de fracturas articulares, estas ocurren comúnmente en perros y gatos y se presentan en cualquier articulación diartrodial, pero las articulaciones recurrentemente perjudicadas son el codo y la cadera, su restauración necesita un decrecimiento anatómico y una fijación rígida para minimizar la probabilidad de osteoartritis y disfunción articular; la artrotomía tradicional puede ser usada para lograr estas metas (Cole & Beale, 2020).

Fracturas comunes

Las fracturas de la tibia y el peroné son comunes en perros y gatos, las causas pueden ser varias, juego brusco, disparos o lesiones relacionadas con el deporte, estas pueden ser cerradas o abiertas, pero tienen una mayor repercusión de fracturas abiertas en relación con otros huesos a causa del escaso revestimiento de tejido blando existente; el procedimiento no quirúrgico incluye yeso o entablillado y tiene como objetivo la estabilización de la tibia únicamente; la fractura de peroné rara vez se repara, es por esto que las técnicas mínimamente invasivas han tenido notoriedad en cuanto a la reparación de la mayoría de los tipos de fracturas tibiales en los últimos años (Beale & McCally, 2020).

Cirugía de acceso de puerto único

Con la finalidad de hacer que las técnicas mínimamente invasivas sean aún más mínimas, los cirujanos de medicina humana y veterinarios han empezado a investigar avances innovadores en este campo, esto con la finalidad de reducir el número incisiones, a través de la pared abdominal o suprimirlos por completo usando un orificio natural.

En la actualidad se han desarrollado varias nuevas plataformas de acceso mínimamente invasivas, las más notorias son la cirugía de acceso por puerto único y la cirugía endoscópica transluminal

por orificio natural, de estas, la cirugía de acceso por puerto único se ha transformado en la plataforma de acceso limitado más factible para una gran parte de los cirujanos, por lo cual, es un tema de debate, al estar aún en sus inicios y no ser implementado ampliamente. Probablemente obtendrá una aprobación más extendida en los próximos años a medida que el ámbito quirúrgico se dirige hacia el arquetipo de los procedimientos efectivos, sin cicatrices (Holmes & Ramey, 2007).

Uso de laparoscopia

El término cirugía mínimamente invasiva, alude a intervenciones realizadas con guía endoscópica para ingresar a una parte del cuerpo, tenemos como ejemplo laparoscopia, toracoscopia, artroscopia, rinoscopia, gastroscopia, estas técnicas usualmente emplean un endoscopio rígido para facilitar la visión y permitir la conclusión del método extracorpóreo y acceder a las partes internas del cuerpo a través de diminutas hendiduras en comparación con los procedimientos tradicionales en los cuales la incisión es abierta (Mehler, 2011).

Se ha instaurado y comercializado una gama de instrumentos laparoscópicos articulados y precurvados específicamente para la modalidad de puerto único en un afán por corregir las dificultades relacionadas a la pérdida de triangulación; los instrumentos con desviación coaxial o doblada se hallan en una posición fija y están diseñados para desplazarse del eje recto de un instrumento estándar (Wormser & Runge, 2016).

En varios casos, la innovación demanda que dejemos de lado lo que creemos que ya sabemos y empecemos de cero; los instrumentos usados en la resección hepática laparoscópica, incluido el bisturí ultrasónico, LigaSure, grapa lineal, etc., se importan del extranjero y son costosos (Wang, 2019).

El progreso de la cirugía laparoscópica mínimamente invasiva tanto en la medicina humana como en la veterinaria se debe principalmente al perfeccionamiento de la instrumentación existente y la inclusión de nueva, compartida con programas formativos más desarrollados, en varios casos, existen instrumentos laparoscópicos especialmente desarrollados para técnicas quirúrgicas específicas (Easley & Hendrickson, 2014).

Breve procedimiento preoperatorio

Los pacientes que optan por una cirugía mínimamente invasiva tendrán una evaluación de rutina, deben estar prestos quirúrgicamente a una eventual cirugía abierta ya que el cirujano debe estar listo para realizar la transición en cualquier momento durante el proceso en caso de que existan complicaciones, se debe solicitar la aprobación del titular para la transición a cirugía abierta antes del procedimiento (North, 2012).

Entrenamiento en habilidades laparoscópicas

Los veterinarios con interés en incluir MIS a su catálogo quirúrgico descubrirán la necesidad de una agrupación distinta de técnicas; el uso de instrumentos largos incrementa el temblor y limita la sensación táctil, con frecuencia llamada retroalimentación háptica, su ingreso limita la movilidad del instrumento y da como consecuencia un efecto de pivote, en consecuencia el cirujano pierde la libertad de simplemente cambiar el ángulo de aproximación (Fransson, 2016).

Complicaciones y metamorfosis de la cirugía endoscópica a abierta

Los problemas de cualquier cirugía endoscópica abarcan complicaciones relacionadas con el objetivo de los métodos realizados, por lo tanto, el médico veterinario debe estar familiarizado y ser capaz de efectuar el procedimiento mediante laparotomía, toracotomía o esternotomía; la endoscopia no suplanta a la cirugía abierta; pretender un método endoscópico que no se ha ejecutado a través de la cirugía abierta tradicional puede no ser sensato, la evolución a un abordaje abierto es la recuperación estándar para la ineptitud de avanzar o plantear complicaciones con la endoscopia (Radlinsky, 2016).

Diagnostico no invasivo del cáncer

El diagnóstico a nivel molecular, está a la vanguardia en materia de la oncología para facilitar la pronta detección del cáncer, el procedimiento dirigido, el seguimiento durante todo el tratamiento y las evidencias eventuales; a través de la identificación de firmas genéticas relacionadas con diferentes tipos de cáncer, se han desarrollado métodos de biopsia líquida para diagnosticar y evaluar el cáncer de forma no invasiva o mínimamente invasiva (Wiley et al., 2019).

Intervenciones quirúrgicas percutáneas

Las técnicas quirúrgicas intervencionistas incluyen radiología, cardiología intervencionista y métodos guiados por ultrasonido; varias afecciones que se trataron quirúrgicamente, son realizadas con mayor asiduidad a través de técnicas percutáneas, que tienen aplicaciones significativas en especies de vida silvestre (Pizzi, 2015).

Los clavos de Steinman o los alambres de Kirschner, conocidos simplemente como “clavos” son un procedimiento muy conocido para estabilizar una variedad de fracturas fisarias en animales, estos facilitan el posicionamiento preciso de implantes; cuando el afianzamiento de la fractura fisaria con clavos se realiza con un método mínimamente invasivo, el procedimiento se denomina clavado percutáneo (Hudson et al., 2020).

Urolitos en gatos y perros

Se conoce como urolitiasis al desarrollo de urolitos en el tracto urinario, se ha destinado una extensa investigación para entender de forma más clara, las causas de la formación de cálculos, y de esta forma desarrollar métodos de prevención y tratamiento específicos; algunos patrones a tomar en cuenta, en comparecencia de factores favorables, la sobresaturación de la orina con elementos iónicos de un tipo de cálculo particular conlleva a la formación, agregación, desarrollo de cristales y formación de cálculos (Cléroux, 2018)

Las obstrucciones ureterales son un problema común que aquejan a varios animales, una investigación propuso que una gran parte de los casos de obstrucción ureteral proximal son tratados mediante ureterotomía, por otra parte, un gran número de casos de obstrucción ureteral distal se aplican a través de ureterectomía parcial o reteroneocistostomía (Clarke & Culp, 2014).

Intervenciones Ureterales

Al momento de evaluar, tratar y manejar con efectividad a los pacientes con obstrucciones benignas del tracto urinario superior, es de suma importancia intentar descubrir las causas subyacentes de estas obstrucciones, la valoración de nefrolitos y ureterolitos ha estado en auge en las últimas décadas a causa de los avances en el diagnóstico por imágenes (Palm & Culp, 2016).

Las enfermedades de carácter ureteral parecen ser más recurrentes en animales pequeños durante

la última década, siendo la obstrucción ureteral una de las enfermedades más comunes en el tracto urinario superior; la invasividad, morbilidad y mortalidad relacionadas con los procedimientos quirúrgicos conservadores hacen que el uso de opciones alternativas endourológicas sea atractivo (Berent, 2015).

Los procesos mínimamente invasivos para el tratamiento de afecciones congénitas, adquiridas y neoplásicas del tracto urinario se originaron hace 20 años y cada vez toman más relevancia en la medicina veterinaria; La urología intervencionista, o endourológica, alude a la especialidad de urología en la que se usan endoscopios, fluoroscopia y demás instrumental para acceder y tener visualización directa de las estructuras en el tracto urinario (Butty et al., 2019).

Ablación tumoral

Los métodos de ablación tumoral tienen el potencial de efectuarse de forma mínimamente invasiva o como facilitador de la cirugía abierta, la ablación tumoral dirigida por imágenes se ha transformado en una característica de tratamiento establecida para el manejo de enfermedades neoplásicas, esta es una rama de la oncología intervencionista en incesante evolución con una variedad cada vez mayor de técnicas y equipos de ablación (Culp & Griffin, 2019).

Investigación de la presión arterial no invasiva en ovejas

El registro de la presión arterial bajo anestesia general en animales es relevante para anticipar la hipotensión y la incorrecta perfusión tisular; en una investigación se registraron trece ovejas para valorar la precisión del PetMap, un monitor portátil no invasivo de presión arterial, las lecturas de presión arterial sistólica conseguidas en el miembro torácico izquierdo y la presión arterial media en el sitio del miembro pélvico derecho llenaron las expectativas de sesgo y LOA decretados por el American College of Veterinary Internal Medicine (Almeida et al., 2014).

Implante de marcapasos epicárdico en animales pequeños

La estimulación epicárdica como un método aislado se puede obtener mediante un abordaje de toracotomía transdiafragmática abdominal o de incisión mínima (minitoracotomía), este procedimiento obtiene el mérito de ser menos invasiva y dar acceso más sencillo a la superficie cardíaca para suturar los electrodos epicárdicos; la ventaja más notoria de la estimulación epicárdica es que evita el contacto con la sangre y las estructuras intracardíacas, y, por ende, evita

problemas raramente frecuentes, pero sustancialmente peligrosas relacionadas con la inserción de marcapasos endocárdico (Orton, 2019).

Procedimientos dentales en equinos

Durante los últimos 2000 años, la práctica médica y dental se enfocó en las técnicas físicas, como la cirugía de herrería, y la teoría de la enfermedad con base hipocrática (J. Easley, 2020). En estos tiempos, la gran parte de los practicantes de equinos entienden la trascendencia de un examen bucal completo, no solo al buscar anomalías o enfermedades orales significativas, sino también antes de cualquier método dental de rutina.

Para efectuar tal evaluación es importante lo siguiente: un paciente correctamente sedado, un espéculo de boca completa, una amplia fuente de luz y un espejo para observar toda la cavidad bucal; el uso de un endoscopio frecuentemente permite una visión superior en relación con un espejo, debido tanto al incremento como a la resolución de la imagen (True & Dotzel, 2020).

Las cirugías dentales en equinos son procedimientos realizados que afectan los tejidos dentales y sus estructuras de soporte (Menzies & Easley, 2014). En resumen, la odontología en equinos ha ganado una tendencia restaurada debido a los importantes progresos efectuados en la última década; las innovaciones en instrumentos manuales y motorizados facilitan a los profesionales llevar a cabo métodos dentales con mayor simplicidad y exactitud (Greene, 2001).

Estudios éticos con animales

La valoración prospectiva de la gravedad es un requerimiento legal en varios países para avalar una investigación de óptima calidad adjunto con altos modelos de bienestar para los animales de laboratorio, los ratones y ratas son especies comunes en laboratorios, animales de presa que suelen omitir los signos de dolor y sufrimiento, por esta razón, se requieren parámetros de lectura particularmente sensibles para calcular apropiadamente la angustia (Kumstel et al., 2020).

La cirugía mínimamente invasiva (MIS) ha logrado ser cada vez más conocida en los últimos años para el diagnóstico y tratamiento de una línea cada vez mayor de procesos patológicos en pacientes con animales pequeños (Mayhew, 2011).

El profesional veterinario debe entender las implicaciones legales y éticas de la especialización y formularse preguntas importantes sobre cómo llevar una relación equilibrada entre pacientes,

clientes y colegas; los veterinarios que ignoren estas implicaciones pueden afrontar litigios y su probable empeoramiento, importe económico o perjuicio de reputación (Tannenbaum, 1995).

Conclusiones

Los avances sustanciales de los últimos tiempos en el campo de la cirugía de invasión mínima (MIS) son muy claros, pero no por ello se debe detener la investigación de nuevos procedimientos, se ha visualizado que, en las naciones desarrolladas, parece sólo tratarse de una transformación entre la cirugía tradicional y nuevos métodos nacientes, de procedimientos no invasivos dirigidos por imágenes. Por otra parte, en las naciones en vías de desarrollo y en las economías con reciente relevancia, aún se efectúan esfuerzos para dejar atrás la cirugía tradicional.

Referencias

1. Almeida, D., Barletta, M., Mathews, L., Graham, L., & Quandt, J. (2014). Comparison between invasive blood pressure and a non-invasive blood pressure monitor in anesthetized sheep. *Research in Veterinary Science*, 97(3), 582–586. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2014.10.004>
2. Alonso, G. O. (2018). Cirugía de mínima invasión en veterinaria: Evolución, impacto y perspectivas para el futuro. Revisión. *Revista de La Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 65(1), 84–98. <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v65n1.72035>
3. Beale, B., & McCally, R. (2020). Minimally Invasive Fracture Repair of the Tibia and Fibula. *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice*, 50(1), 183–206. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2019.08.008>
4. Berent, A. C. (2015). Interventional Urology. *Endourology in Small Animal Veterinary Medicine. Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice*, 45(4), 825–855. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2015.02.003>
5. Butty, E., Vachon, C., & Dunn, M. (2019). Interventional Therapies of the Urinary Tract. *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice*, 49(2), 287–309. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2018.10.002>
6. Clarke, D. L., & Culp, W. T. N. (2014). Minimally invasive procedures. In *Small Animal Critical Care Medicine, Second Edition (Second Edi)*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4557-0306-7.00136-7>

7. Cléroux, A. (2018). Minimally Invasive Management of Uroliths in Cats and Dogs. *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice*, 48(5), 875–889. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2018.05.008>
8. Cole, G., & Beale, B. (2020). Minimally Invasive Osteosynthesis Techniques for Articular Fractures. *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice*, 50(1), 213–230. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2019.08.012>
9. Culp, W. T. N., & Griffin, M. A. (2019). Veterinary Clinics: Tumor Ablation. *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice*, 49(5), 949–966. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2019.04.007>
10. Dachis, M. (1934). Historia, desarrollo y los problemas de la cirugía veterinaria. *Revista de La Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 6(50–52), 929–934.
11. Easley, J. T., & Hendrickson, D. A. (2014). Advances in laparoscopic techniques and instrumentation in standing equine surgery. *Veterinary Clinics of North America - Equine Practice*, 30(1), 19–44. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2013.11.003>
12. Eberle, K. N., Martin, M. P., Shah, S., Malheiros, R. D., Livingston, K. A., & Anderson, K. E. (2018). A novel non-invasive method for evaluating electroencephalograms on laying hens. *Poultry Science*, 97(3), 860–864. <https://doi.org/10.3382/ps/pex391>
13. Fransson, B. A. (2016). Advances in Laparoscopic Skills Training and Management. *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice*, 46(1), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2015.08.002>
14. Giménez, M. (2017). La Cirugía del Futuro. *Acta Gastroenterológica Latinoamericana*, 47(2), 92–98. <https://www.redalyc.org/pdf/1993/199352110001.pdf>
15. Greene, S. K. (2001). Equine dental advances. *The Veterinary Clinics of North America. Equine Practice*, 17(2), 319–334. [https://doi.org/10.1016/S0749-0739\(17\)30065-2](https://doi.org/10.1016/S0749-0739(17)30065-2)
16. Guerrero, J., Amell, I., & Cañedo, R. (2004). Tecnología, tecnología médica y tecnología de la salud: Algunas consideraciones básicas. *Acimed*, 12(4), 1–16. <https://cutt.ly/vlcBzdS>
17. Hettlich, B. F. (2018). Minimally Invasive Spine Surgery in Small Animals. *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice*, 48(1), 153–168. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2017.08.008>

18. Holmes, M. A., & Ramey, D. W. (2007). An Introduction to Evidence-Based Veterinary Medicine. In *Veterinary Clinics of North America - Equine Practice* (Vol. 23, Issue 2, pp. 191–200). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2007.03.001>
19. Hudson, C. C., Kim, S. E., & Pozzi, A. (2020). Percutaneous Pinning for Fracture Repair in Dogs and Cats. *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice*, 50(1), 101–121. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2019.09.001>
20. Kunstel, S., Vasudevan, P., Palme, R., Zhang, X., Wendt, E. H. U., David, R., Vollmar, B., & Zechner, D. (2020). Benefits of non-invasive methods compared to telemetry for distress analysis in a murine model of pancreatic cancer. *Journal of Advanced Research*, 21, 35–47. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2019.09.002>
21. Maddah, M. R., Dumas, C., Gauthier, O., Fusellier, M., & Cao, C. G. L. (2020). Measuring organ shift and deformation for port placement in robot-assisted minimally invasive surgery. *Laparoscopic, Endoscopic and Robotic Surgery*, 3(4), 99–106. <https://doi.org/10.1016/j.lers.2020.09.002>
22. Mayhew, P. D. (2011). Complications of minimally invasive surgery in companion animals. *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice*, 41(5), 1007–1021. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2011.05.008>
23. Mehler, S. J. (2011). Minimally Invasive Surgery Techniques in Exotic Animals. *Journal of Exotic Pet Medicine*, 20(3), 188–205. <https://doi.org/10.1053/j.jepm.2011.04.005>
24. Menzies, R. A., & Easley, J. (2014). Standing equine dental surgery. *Veterinary Clinics of North America - Equine Practice*, 30(1), 63–90. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2013.11.002>
25. North, H. (2012). Minimally invasive surgery – an overview. *Veterinary Nursing Journal*, 27(9), 328–356. <https://doi.org/10.1111/j.2045-0648.2012.00211.x>
26. Orton, E. C. (2019). Epicardial pacemaker implantation in small animals. *Journal of Veterinary Cardiology*, 22, 65–71. <https://doi.org/10.1016/j.jvc.2018.11.004>
27. Palm, C. A., & Culp, W. T. N. (2016). Nephroureteral Obstructions: The Use of Stents and Ureteral Bypass Systems for Renal Decompression. *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice*, 46(6), 1183–1192. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2016.06.008>

28. Peycke, L. E. (2015). Facilitation of Soft Tissue Surgery: Surgical Staplers and Vessel Sealing Devices. *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice*, 45(3), 451–461. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2015.01.010>
29. Pizzi, R. (2015). Minimally Invasive Surgery Techniques. In *Fowler's Zoo and Wild Animal Medicine*, Volume 8. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/b978-1-4557-7397-8.00072-4>
30. Radlinsky, M. A. G. (2016). Complications and Conversion from Endoscopic to Open Surgery. *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice*, 46(1), 137–145. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2015.07.004>
31. Tannenbaum, J. (1995). Benefits and Burdens: Legal and Ethical Issues Raised by Veterinary Specialization. *Advances in Veterinary Science and Comparative Medicine*, 39(C), 253–296. [https://doi.org/10.1016/S0065-3519\(06\)80021-2](https://doi.org/10.1016/S0065-3519(06)80021-2)
32. True, C. K., & Dotzel, A. R. (2020). Equine Oral Endoscopy. *Veterinary Clinics of North America - Equine Practice*, 36(3), 433–443. <https://doi.org/10.1016/j.cveq.2020.07.001>
33. Vandeweerd, J. M., Kirschvink, N., Clegg, P., Vandenput, S., Gustin, P., & Saegerman, C. (2012). Is evidence-based medicine so evident in veterinary research and practice? History, obstacles and perspectives. In *Veterinary Journal* (Vol. 191, Issue 1, pp. 28–34). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2011.04.013>
34. Wang, J. (2019). Innovations promote the development of minimally invasive surgery. *Laparoscopic, Endoscopic and Robotic Surgery*, 2(3), 74–76. <https://doi.org/10.1016/j.lers.2019.07.003>
35. Wiley, C., Wise, C. F., & Breen, M. (2019). Novel Noninvasive Diagnostics. *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice*, 49(5), 781–791. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2019.05.002>
36. Wormser, C., & Runge, J. J. (2016). Advances in Laparoscopic Surgery. *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice*, 46(1), 63–84. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2015.08.001>