

Técnicas de preservación anatómica veterinaria: conceptos, métodos y perspectivas futuras

Samantha Jardon Xicotencatl^{1*}, Carlos Gerardo García Tovar¹

1. Laboratorio 4 “Morfología Veterinaria y Biología Celular”, Unidad de Investigación Multidisciplinaria. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. Universidad Nacional Autónoma De México. Cuautitlán Izcalli 54714, Estado de México, México.

***Autor de correspondencia:**

Samantha Jardon Xicotencatl
Tel. +52 01 5556231999 Ext. 39424.
doctora.jardon@cuautitlan.unam.mx

RESUMEN

La preservación anatómica se refiere a un conjunto técnicas y métodos utilizados para mantener la integridad estructural de órganos y tejidos con diversas aplicaciones en educación, investigación y exhibición museográfica. En el campo veterinario permite estudiar estructuras tridimensionales fundamentales para la formación médica y el avance científico. Actualmente la preservación anatómica enfrenta retos como limitación en la accesibilidad de material biológico, costos elevados de producción y riesgos sanitarios debido al uso de químicos, por ello los avances en digitalización, impresión 3D y realidad virtual buscan transformar el aprendizaje con piezas preservadas a un formato más sostenible e interactivo. El presente escrito aborda los conceptos, técnicas y perspectivas de la preservación anatómica desde un enfoque ético en el campo de las ciencias morfológicas veterinarias.

Palabras clave: Anatomía veterinaria, Ciencias morfológicas, Ética animal, Preservación anatómica, Tecnología educativa.

ABSTRACT

Anatomical preservation refers to techniques and methods used to maintain the structural integrity of organs and tissues, with various applications in education, research, and museum exhibitions. In the veterinary field, it enables the study of three-dimensional structures essential for medical training and scientific advancement. Currently, anatomical preservation faces challenges such as limited accessibility to biological material, high production costs, and health risks associated with the use of chemicals. Advances in digitization, 3D printing, and virtual reality aim to transform learning with preserved specimens into a more sustainable and interactive format. This paper explores the concepts, techniques, and perspectives of anatomical preservation from an ethical standpoint within the field of veterinary morphological sciences.

Keywords: Anatomical preservation, Animal ethics, Educational technology, Morphological sciences, Veterinary anatomy.

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la anatomía se fundamenta en la interacción de los estudiantes con material biológico, lo que constituye un pilar esencial para el aprendizaje anatómico. Esta práctica, no solo facilita la integración

de los conocimientos teóricos, prácticos y el uso de la terminología anatómica, sino que también fomenta competencias que son fundamentales para el ejercicio profesional en la sociedad, como la reflexión sobre temas trascendentales como la vida y la muerte, la promoción de valores éticos y el desarrollo de habilidades académicas, personales y de trabajo en equipo (Castellanos & Correa, 2013; Gasse, 2017; Ghosh, 2017; Guevar, 2020; Pettorali, 2016; Vélez & Ruiz, 2017).



Figura 1. Aplicaciones de la Preservación Anatómica.

Las técnicas de preservación anatómica incluyen una serie de procedimientos diseñados para preparar, conservar y proteger piezas anatómicas, con el fin de mantenerlas en un estado lo más similar posible al natural o al observado en vida. Estas técnicas aseguran la preservación de características clave como el color, la consistencia y la forma de las piezas, deteniendo o ralentizando su descomposición natural (Brenner, 2014; García *et al.*, 2020; Ghosh & Sharma, 2015; Goyri-O'Neill *et al.*, 2013). Esto permite su estudio, enseñanza y exhibición a largo plazo (Figura 1). El análisis de las piezas preservadas facilita la comprensión de la estructura y función de los animales domésticos, al apoyarse en un conocimiento

integral de sus componentes tisulares y orgánicos, proporcionando una base morfológica esencial para el desempeño del médico veterinario zootecnista.

TÉCNICAS EMPLEADAS EN ANATOMÍA VETERINARIA

Las técnicas de preservación de piezas anatómicas de animales varían tanto en sus protocolos de preparación como en las características que confieren a las piezas en términos de color, textura, resistencia, mantenimiento y vida útil. Algunas están diseñadas para conservar cuerpos completos, mientras que otras se enfocan en órganos huecos o parenquimatosos. Por lo tanto, no existe una técnica única que sea ideal; en su lugar, se dispone de una variedad de métodos que deben seleccionarse en función de las características específicas de la pieza que se desea preservar (García *et al.*, 2014, 2020; Nieto *et al.*, 2014; Oviedo *et al.*, 2024; Pichardo *et al.*, 2024). Según la textura final obtenida, estas técnicas se pueden clasificar en dos grandes grupos: técnicas de preservación blanda y rígida (Figura 2).

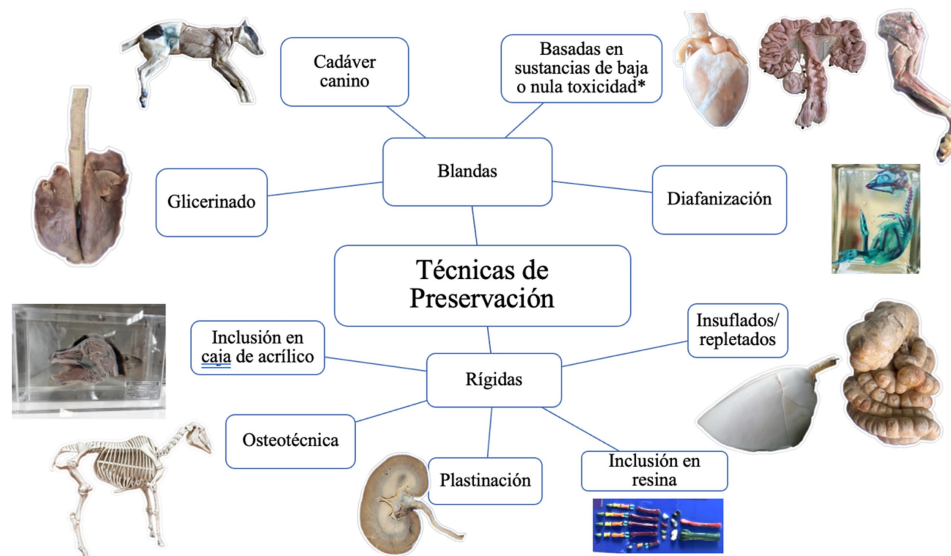


Figura 2. Técnicas de Preservación Anatómica empleadas en Veterinaria.

Técnicas de preservación que proporcionan piezas blandas

Las técnicas de preservación blanda se caracterizan por mantener las piezas anatómicas flexibles y manipulables, permitiendo su observación desde distintos ángulos y estratos. Esta flexibilidad es fundamental en contextos educativos y profesionales, ya que facilita el estudio detallado de las estructuras anatómicas. Además, cuando las piezas incluyen dos o más estructuras anatómicas, es posible generar movimientos dinámicos, lo que resulta especialmente útil para comprender la función y la interacción de órganos y tejidos en un organismo vivo. Entre las técnicas de este grupo se encuentran las basadas en glicerina, como la técnica de glicerina fenolada (Janczy *et al.*, 2011; Lombardero *et al.*, 2017; Pereyra, 2019; Szleszkowski *et al.*, 2022), la técnica de Algiflen (Cauzor *et al.*, 2022) y la técnica de alcohol-propilenglicol (Pichardo *et al.* 2024), la diapanización con tinción (simple y doble) (Baeza, 1989; Sandoval *et al.*, 2016) y

la conservación cadavérica temporal o embalsamamiento (Denis & Aguirre, 2019; Ernesto *et al.*, 2016; García *et al.*, 2014; Messmer *et al.*, 2010; Nam *et al.*, 2020).

Técnicas de preservación que proporcionan piezas rígidas

Las técnicas de preservación rígida preservan las estructuras anatómicas en una posición fija, convirtiendo la conformación espacial de la pieza durante el proceso en una postura permanente. Esto hace que la manipulación de las piezas sea delicada e inflexible. Entre las técnicas rígidas más utilizadas en medicina veterinaria se encuentran las osteotécnicas (Allouch, 2014), la plastinación (Farhat *et al.*, 2021; Pineda, 2017; Von Haegens, 1979), los insuflados (Cooper & Slavin, 1977; Sutinen *et al.*, 1979; Thomas *et al.*, 2021), la técnica de repleción-corrosión (Baeza, 1989; Ferreri *et al.*, 1994; Rossi *et al.*, 2008; Weibel & Vidone, 1961) y las técnicas de inclusión en cajas de acrílico o resina poliéster (Valenzuela *et al.*, 2015; Von Haegens, 1979).

LIMITACIONES DE LAS TÉCNICAS DE PRESERVACIÓN ANATÓMICA

Entre las limitaciones asociadas a las técnicas de preservación anatómica se encuentran los costos, los riesgos químicos y su impacto en la calidad de los especímenes. El costo de generar piezas anatómicas puede variar considerablemente según la técnica utilizada, siendo el equipo, instrumentos, materiales y reactivos utilizados y los procedimientos necesarios, los factores principales que determinan el costo final de la producción de la pieza. Por ejemplo, la plastinación requiere equipamiento especializado y polímeros costosos, lo que dificulta su implementación en instituciones con recursos limitados. Además, la complejidad operativa de estas técnicas exige personal altamente capacitado para realizar procedimientos extensos y precisos (Unger *et al.*, 2010; Von Haegens, 1979). En cuanto a los riesgos químicos, se debe considerar el uso de reactivos tóxicos empleados en diversas técnicas, entre los que destaca el formaldehído como fijador de tejidos (Méhes *et al.*, 2014; Musial *et al.*, 2016; Varlet *et al.*, 2019). Este compuesto es tóxico y puede generar irritación en la piel, los ojos y las vías respiratorias, lo que limita su uso seguro en entornos educativos y clínicos (Janczy *et al.*, 2011; Silva *et al.*, 2007).

No existe una técnica de preservación que no altere la representación realista de los tejidos, ya que tienden a modificar características como el color o la textura. Por ello, la elección de la técnica adecuada, en función de los objetivos y los recursos disponibles, es la opción más viable para mitigar estas limitaciones.

CONSIDERACIONES ÉTICAS EN LA PRESERVACIÓN ANATÓMICA DE ANIMALES

El manejo ético de cadáveres de animales es un aspecto crucial que refleja nuestra responsabilidad hacia los seres vivos. Este enfoque implica un trato humanitario del material biológico y un compromiso de respeto durante todo el procesamiento, considerando una serie de aspectos éticos que deben abordarse con sensibilidad, especialmente en contextos de investigación y cuidado animal. En el caso de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, para el estudio de la Anatomía Veterinaria no se sacrifican animales para obtener cadáveres y órganos para su preservación, ya que estos se obtienen a partir de donaciones de animales que murieron por causas naturales, por enfermedades no infecciosas, que son sacrificados en centros de control canino o bien de animales sacrificados para abasto. Los principios éticos en la preservación anatómica deben tener en cuenta los siguientes puntos:

- Justificación del uso: es fundamental garantizar que el uso de piezas anatómicas esté debidamente justificado, evaluando de manera clara y concreta su valor científico o educativo. Además, se deben considerar alternativas como modelos 3D o simulaciones de realidad virtual y aumentada.
- Obtención de las piezas: es esencial informar sobre el origen y uso de las piezas anatómicas, analizar la causa de muerte (ya sea natural, eutanasia o sacrificio) y asegurar, cuando sea aplicable, el consentimiento informado.
- Proceso de preservación: durante todo el proceso de preservación, se debe garantizar un manejo respetuoso y sensible de los cadáveres o piezas anatómicas de las distintas especies.
- Almacenamiento y manejo: es crucial mantener condiciones que eviten la contaminación y asegurar un trato digno a las piezas, evitando impactos negativos en otros animales y en el medio ambiente.
- Comunicación y transparencia: informar al público sobre el origen del material biológico y los procedimientos de preservación contribuye a generar confianza y promover prácticas éticas. (Berros, 2015; Franks & Higgins, 2012; Muñoz, 2018).

La implementación de normativas adecuadas en los centros de trabajo, junto con una educación continua, es fundamental para fomentar prácticas responsables en este ámbito. Esto incluye reconocer a la naturaleza como sujeto de derechos, lo que influye en la percepción y el tratamiento de los cadáveres de animales.

IMPLICACIONES ÉTICAS DE LA EXHIBICIÓN DE PIEZAS ANATÓMICAS EN MUSEOS

La exhibición de piezas anatómicas en museos es una herramienta valiosa para la educación y la investigación. Al considerar los aspectos éticos y culturales previamente mencionados, los museos pueden garantizar que estas exhibiciones sean enriquecedoras para el público, sin recurrir a la explotación o maltrato de los cuerpos y órganos animales. Sin embargo, esta práctica plantea desafíos éticos y culturales diversos. Es fundamental abordar cada caso de manera individual, tomando en cuenta las particularidades culturales y legales de cada contexto. (Rollin, 2006).

AVANCES EN LA TECNOLOGÍA DE PRESERVACIÓN

La preservación anatómica enfrenta desafíos como el desarrollo de nuevas técnicas más seguras y eficientes, la gestión ética de las colecciones y la adaptación a las nuevas tecnologías (Dickson *et al.*, 2022; Durosaro *et al.*, 2008; Estai & Bunt, 2016; McLachlan, 2004; Sugand *et al.*, 2010). Las tendencias actuales incluyen:

- Digitalización: la creación de modelos 3D y atlas digitales a partir de especímenes preservados implica la conversión de especímenes físicos en modelos tridimensionales que pueden ser manipulados y analizados en entornos digitales (Figura 3). Este proceso se realiza mediante técnicas como la fotogrametría, la tomografía computarizada (TC), la resonancia magnética (RM) y el escaneo digital, técnicas que capturan detalles anatómicos con gran precisión (Little *et al.*, 2018; Mohamed *et al.*, 2022; Senos *et al.*, 2026).



Figura 3. Esqueleto regional de cabeza de perro digitalizado mediante escaneo.

Los modelos 3D permiten visualizar piezas anatómicas desde diferentes perspectivas, manteniendo las proporciones de las estructuras que las conforman, lo que facilita la realización de simulaciones sin necesidad de manipular piezas físicas. Además, el desarrollo de atlas digitales a partir de estos modelos facilita el acceso global a contenidos anatómicos de alta calidad, eliminando barreras geográficas y económicas en la enseñanza y la investigación. También promueven la preservación del patrimonio anatómico, ya que los especímenes originales pueden deteriorarse con el tiempo. En cambio, los modelos digitales permanecen inalterados y pueden actualizarse con nuevas anotaciones o funcionalidades, promoviendo un aprendizaje interactivo y dinámico. Estas herramientas son especialmente valiosas en instituciones que enfrentan limitaciones en el acceso a especímenes físicos. (Schirone et al., 2024; Silva et al., 2007).

- Realidad virtual (RV) y realidad aumentada (RA): el uso de estas tecnologías para la enseñanza y la visualización de estructuras anatómicas están revolucionando la educación y la práctica médica al proporcionar experiencias inmersivas y altamente visuales. Estas tecnologías permiten a los estudiantes y profesionales explorar las estructuras anatómicas en un entorno tridimensional, interactuando de manera más intuitiva y precisa. En RV, los usuarios ingresan a un entorno completamente digital donde pueden recorrer cuerpos, diseccionar órganos virtuales y observar sistemas en funcionamiento, mientras que la RA superpone información digital en el mundo real, lo que facilita la combinación de especímenes físicos con elementos virtuales (Kapoor & Singh, 2022; Uruthiralingam & Rea, 2020).

- Impresión 3D: los avances en el campo de la impresión 3D han abierto nuevas posibilidades, proporcionando un método adicional y económico para desarrollar recursos educativos en anatomía. Gracias a esta tecnología, es posible crear modelos de órganos a partir de escaneos de piezas anatómicas preservadas, replicando sus características estructurales. Estos modelos representan una alternativa accesible y práctica para el aprendizaje, al evitar la manipulación directa de especímenes preservados. Además, superan los desafíos asociados con el almacenamiento y manejo de preparaciones húmedas o plastinaciones, ofreciendo una solución eficiente y sostenible para instituciones educativas y estudiantes (Inglis *et al.*, 2017; Borunda *et al.*, 2024).

CONCLUSIONES

La preservación anatómica de animales es una práctica interdisciplinaria que combina técnicas quirúrgicas, métodos de conservación e innovaciones tecnológicas, y que plantea importantes desafíos éticos. Su adecuada implementación es esencial para avanzar en la educación, la investigación y los resultados clínicos, siempre bajo un enfoque humanitario que refleje la responsabilidad hacia los seres vivos. La adopción de normativas claras y la formación ética son fundamentales para garantizar que estas actividades se realicen de manera respetuosa con los animales y la sociedad en general.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS

los autores refieren que no existe conflicto de intereses incluyendo entre estas últimas relaciones financieras personales y de otro tipo con otras personas organizaciones que pudieran influir de manera inapropiada en el presente escrito.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la MVZ. Ma. Reyes Pichardo Molinero, Técnico Académico del Laboratorio de Apoyo Técnico a la Anatomía de la FES Cuautitlán.

REFERENCIAS

- Allouch, G. (2014). Scientific technique for skeletons preservation and preparation of anatomical models to promote veterinary anatomy. *Journal of Veterinary Anatomy*, 7(2), 133–139. <https://doi.org/10.21608/jva.2014.44817>
- Baeza, A. R. (1989). Determinación mediante técnicas de corrosión, diafanización y microscopía electrónica de barrido de los territorios vasculares arteriales, con especial referencia a la irrigación de la médula espinal. *Revista de la Reial Acadèmia de Medicina de Barcelona*, 29–38. <https://www.raco.cat/index.php/RevistaRAMB/article/view/71183/91011>
- Berros, M. (2015). Animal ethics in dialogue with recent reforms in the legislation of Latin-American countries. https://scielo.isciii.es/pdf/bioetica/n33/08_bioetica_animal.pdf
- Borunda-Escudero, G., Chávez-Ponce, N. A., Borunda-Escudero, F. S., Velasco-Villaseñor, M. L., & Castillo-Cardiel, M. G. (2024). From medical imaging to 3D printed anatomical models: A low-cost, affordable 3D printing approach. *Cirugía y Cirujanos*, 92(4), 426–436. <https://doi.org/10.24875/ciru.22000643> PMID: 39079248
- Brenner, E. (2014). Human body preservation - old and new techniques. *Journal of Anatomy*, 224(3), 316–344. <https://doi.org/10.1111/joa.12160> . PMID: 24438435; PMCID: PMC3931544
- Castellanos Londoño, I., & Correa Assmus, G. (2013). Enseñanza de la medicina veterinaria, bioética y uso de las TIC. *Revista de la Universidad de la Salle*, (60), 177–191. <https://revistauls.lasalle.edu.co/files-articles/ruls/vol2013/iss60/11/fulltext.pdf>

- Cauzor, R. X. G., Chávez, M. E. M. R., Martínez, M. A. B., Olmos, M. Y. O., & León, M. R. D. (2022). Técnicas para la preparación y preservación de piezas anatómicas y cadáveres completos. <http://www.cusur.udg.mx/es/sites/default/files/adjuntos/Tecnicas%20para%20la%20preparacion%20y%20preservacion%20de%20piezas%20anatomicas%20y%20cadaveres%20completos%20-%20Ebook.pdf>
- Cooper, J. E., & Slavin, G. (1977). Post mortem inflation of lungs with formalin vapour: Application to veterinary pathology. *Vet Record*, 100(1), 11. <https://doi.org/10.1136/vr.100.1.11>. PMID: 402049
- Denis-Rodríguez, E., & Aguirre-Gutiérrez, Á. A. (2019). Método Thiel Soft-Fix para la preservación de cadáveres a largo plazo. *Revista Mexicana de Medicina Forense y Ciencias de la Salud*, 3(2), 91–98. <https://www.medigraphic.com/pdfs/forense/mmf-2018/mmf182i.pdf>
- Dickson, J., Gardiner, A., & Rhind, S. (2022). Veterinary anatomy education and spatial ability: Where now and where next? *Journal of Veterinary Medical Education*, 49(3), 297–305. <https://doi.org/10.3138/jvme.2020-0087> PMID: 33950803
- Durosaro, O., Lachman, N., & Pawlina, W. (2008). Use of knowledge-sharing web-based portal in gross and microscopic anatomy. *Annals of the Academy of Medicine, Singapore*, 37(12), 998–1001. <https://www.annals.edu.sg/pdf/37VolNo12Dec2008/V37N12p998.pdf> PMID: 19159031
- Ernesto Ottone, N., Vargas, C. A., Fuentes, R., & del Sol, M. (2016). Walter Thiel's embalming method: Review of solutions and applications in different fields of biomedical research. *International Journal of Morphology*, 34(4). <https://www.scielo.cl/pdf/ijmorphol/v34n4/art44.pdf>
- Estai, M., & Bunt, S. (2016). Best teaching practices in anatomy education: A critical review. *Annals of Anatomy*, 208, 151–157. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2016.02.010> Epub 2016 Mar 17. PMID: 26996541
- Farhat, N., Alam, T., & SM, N. R. (2021). Preservation of human tissue by plastination: An anatomical perspective. *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences*, 12(3), 2265–2268. <http://dx.doi.org/10.26452/ijrps.v12i3.4852>
- Ferreri, A. J., Mansi, H. D., Castanon, J. A., & Teragni, E. (1994). Technique de réplétion-corrosion pour l'étude de l'os temporal et son contenu [The corrosion casting technique for the study of the temporal bone and its contents]. *Bulletin of the Association of Anatomy (Nancy)*, 78(242), 9–13. (in French). PMID: 7833537
- Franks, B., & Higgins, E. T. (2012). Effectiveness in humans and other animals: A common basis for well-being and welfare. In *Advances in experimental social psychology* (Vol. 46, pp. 285–346). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394281-4.00006-4>
- García Tovar, C. G., González, O., & Rubén, M. (2014). Desarrollo de habilidades y destrezas en los estudiantes de las asignaturas de Anatomía Veterinaria Básica y Biología Celular de la carrera de MVZ para la generación y difusión de información obtenida en procesos de elaboración de material didáctico. <https://www.innovacioneducativa.unam.mx:8443/jspui/handle/123456789/4877>
- García, T. C. G., Soto, Z. C. I., Oliver, G. M. R., Garrido, F. G. I., & Rodríguez, S. L. M. (2020). Piezas anatómicas preservadas como instrumento de enseñanza de la anatomía veterinaria. *Latin American Journal of Science Education*, 7, Article No. 12004. <https://www.lajse.org/may20.html>
- Gasse, H. (2017). *Nomina Anatómica Veterinaria*. International Committee on Veterinary Gross Anatomic Nomenclature, 6th Edition, Chairman Committee, Hanover. <https://www.wava-amav.org/wava-documents.html>
- Ghosh, S. K. (2017). Cadaveric dissection as an educational tool for anatomical sciences in the 21st century. *Anatomical Sciences Education*, 10(3), 286–299. <https://doi.org/10.1002/ase.1649> Epub 2016 Aug 30. PMID: 27574911
- Ghosh, S. K., & Sharma, S. (2015). Cadaveric preservation under adverse climatic conditions. *Surgical and Radiologic Anatomy*, 37, 1287–1288. <https://doi.org/10.1007/s00276-015-1505-9>
- Goyri-O'Neill, J., Pais, D., Freire de Andrade, F., Ribeiro, P., Belo, A., O'Neill, A., Ramos, S., & Neves Marques, C. (2013). Improvement of the embalming perfusion method: The innovation and the results by light and scanning electron microscopy. *Acta Médica Portuguesa*, 26(3), 188–194. Epub 2013 Jun 28. PMID: 23815830. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23815830/>
- Guevar, J. (2020). The evolution of educational technology in veterinary anatomy education. In *Advances in Experimental Medicine and Biology*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-47483-6_2 PMID: 33211305.

- Inglis, S. D., Tomaszewski, J. E., & Dannenhoffer, R. P. (2017). Imaging and 3D reconstruction of anatomical specimens as an alternative to traditional learning models. *The FASEB Journal*, 31, 736–739. http://dx.doi.org/10.1096/fasebj.31.1_supplement.736.9
- Janczyk, P., Weigner, J., Luebke-Becker, A., Kaessmeyer, S., & Plendl, J. (2011). Nitrite pickling salt as an alternative to formaldehyde for embalming in veterinary anatomy: A study based on histo- and microbiological analyses. *Annals of Anatomy*, 193(1), 71–75. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2010.08.003> PMID: 20829010
- Janczyk, P., Weigner, J., Luebke-Becker, A., Richardson, K. C., & Plendl, J. (2011). A pilot study on ethanol-polyethylene glycol-formalin fixation of farm animal cadavers. *Berl Munch Tierarztl Wochenschr*, 124(5-6), 225–227. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22059293/> PMID: 22059293
- Kapoor, K., & Singh, A. (2022). Veterinary anatomy teaching from real to virtual reality: An unprecedented shift during COVID-19 in socially distant era. *Anatomy Histology Embryology*, 51(2), 163–169. <https://doi.org/10.1111/ahe.12783> PMID: 34994005
- Little, W. B., Artemiou, E., Conan, A., & Sparks, C. (2018). Computer assisted learning: Assessment of the veterinary virtual anatomy education software IVALA™. *Veterinary Sciences*, 5(2), 58. <https://doi.org/10.3390/vetsci5020058> PMID: 29921803; PMCID: PMC6024603
- Lombardero, M., Yllera, M. M., Costa-E-Silva, A., Oliveira, M. J., & Ferreira, P. G. (2017). Saturated salt solution: A further step to a formaldehyde-free embalming method for veterinary gross anatomy. *Journal of Anatomy*, 231(2), 309–317. <https://doi.org/10.1111/joa.12634> PMID: 28542788; PMCID: PMC5522894
- McLachlan, J. C. (2004). New path for teaching anatomy: Living anatomy and medical imaging vs. dissection. *Anatomical Record B: New Anatomist*, 281(1), 4–5. <https://doi.org/10.1002/ar.b.20040> PMID: 15558778
- Méhes, G., & Beke, L. (2014). Szövetfixálás a klinikai gyakorlatban [Tissue fixation in clinical practice: The 120-year-old formalin]. *Orvosi Hetilap*, 155(14), 550–553. (in Hungarian). <https://doi.org/10.1556/oh.2014.29859> PMID: 24681677
- Messmer, C., Kellogg, R. T., Zhang, Y., Baiak, A., Leiweke, C., Marcus, J. R., ... & Erdmann, D. (2010). A technique to perfuse cadavers that extends the useful life of fresh tissues: The Duke experience. *Anatomical Sciences Education*, 3(4), 191–194. <https://doi.org/10.1002/ase.159>
- Mohamed, R., Benjamin, L. A., & Sahu, P. K. (2022). Online anatomy teaching during the COVID-19 pandemic: Assessing the perceptions of undergraduate veterinary medical students. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 9(3), 453–462. <https://doi.org/10.5455/javar.2022.i614>
- Muñoz Moreno, A. (2018). La reificación de los animales no humanos por la institucionalidad médico-veterinaria en Colombia. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.10554.38461>
- Musiał, A., Gryglewski, R. W., Kielczewski, S., Loukas, M., & Wajda, J. (2016). Formalin use in anatomical and histological science in the 19th and 20th centuries. *Folia Medica Cracoviensia*, 56(3), 31–40. PMID: 28275269. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28275269/>
- Nam, S. M., Moon, J. S., Yoon, H. Y., Chang, B. J., & Nahm, S. S. (2020). Comparative evaluation of canine cadaver embalming methods for veterinary anatomy education. *Anatomy Science International*, 95(4), 498–507. <https://doi.org/10.1007/s12565-020-00547-x> Epub Apr 30. PMID: 32356264
- Nieto, B. J. L., García, T. C. G., Pichardo, M. M. R., Reyes, S. A. L., & Soto, Z. C. I. (2014). *Técnicas para preservar piezas anatómicas*. FES-Cuautitlán UNAM, México. ISBN/ISSN: 9786070250972
- Oviedo, J. D. R., Ceballos, J. D. Q., Fajardo, M. A. L., Medina, L. F. L., Loaiza, D. M. G., & Aguirre, E. A. V. (2024). Técnicas electivas de baja toxicidad para la preservación de placentas humanas. <https://sociedadmexicanadeanatomia.com/wp-content/uploads/2024/07/ART.-7.pdf>
- Pereyra, C. F. (2019). *Estudio de una técnica de conservación de cadáveres sin el uso de formaldehído: Evaluación en el miembro pelviano del conejo (Oryctolagus cuniculus)*. Doctoral Thesis, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Nacional de Rosario, Rosario. <http://hdl.handle.net/2133/17878>
- Pettorali, M. (2016). Una crítica a la profesión veterinaria desde una perspectiva antiespecista. *Revista de Bioética y Derecho*, 37, 121–131. <https://doi.org/10.1344/rbd2016.37.16154>
- Pichardo-Molinero, M. R., Jardon-Xicotencatl, S., Oliver-González, M. R., & García-Tovar, C. G. (2024). Implementation of a new solution for the preservation of anatomical specimens made of non-toxic substances. *Open Journal of Veterinary Medicine*, 14(3), 56–67. <https://doi.org/10.4236/ojvm.2024.143005>

- Pineda, E. P., Guerra, J. A. B., Bernal, R. M. L., & Blanco, Y. Q. (2017). La plastinación como técnica de preservación de material biológico para docencia e investigación en anatomía. *Morfología*, 9(1). <https://revistas.unal.edu.co/index.php/morfologia/article/download/64759/59743>
- Rollin, B. E. (2006). *Science and ethics*. Cambridge University Press.
- Rossi-Schneider, T. R., Verli, F. D., Yurgel, L. S., De Souza, M. A., & Cherubini, K. (2008). Contribution to the study of the vasculature of submandibular and sublingual glands and lymph nodes of rats by corrosion cast technique combined with scanning electron microscopy. *Microscopy Research & Technique*, 71(10), 737–741. <https://doi.org/10.1002/jemt.20615> PMID: 18655134
- Sandoval, D., Téllez, J., García, A., Rivera, G., Moreno, S., & Moreno, F. (2016). Técnica de diafanización para describir el desarrollo embrionario del sistema óseo: Revisión de la literatura. *Univ Med.*, 57(4), 488–501. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.umed57-4.tddd>
- Schirone, R., Corte, G. M., Ehlers, J. P., Herre, C., Schmedding, M., Merle, R., Pachtmann, J., & Bahramsoltani, M. (2024). Effects of 3D scans on veterinary students' learning outcomes compared to traditional 2D images in anatomy classes. *Animals (Basel)*, 14(15), 2171. <https://doi.org/10.3390/ani14152171> PMID: 39123697 PMCID: PMC11311044
- Senos, R., Leite, C. A. R., Dos Santos Tolezano, F., Roberto-Rodrigues, M., & Pérez, W. (2023). Using videos in active learning: An experience in veterinary anatomy. *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 52(1), 50–54. <https://doi.org/10.1111/ahe.12839>
- Silva, R. M., Matera, J. M., & Ribeiro, A. A. (2007). New alternative methods to teach surgical techniques for veterinary medicine students despite the absence of living animals. Is that an academic paradox? *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 36(3), 220–224. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0264.2007.00759.x>
- Sugand, K., Abrahams, P., & Khurana, A. (2010). The anatomy of anatomy: A review for its modernization. *Anatomical Sciences Education*, 3(2), 83–93. <https://doi.org/10.1002/ase.139> PMID: 20205265
- Sutinen, S., Pääkko, P., & Lahti, R. (1979). Post-mortem inflation, radiography, and fixation of human lungs. A method for radiological and pathological correlations and morphometric studies. *Scandinavian Journal of Respiratory Diseases*, 60(1), 29–35. PMID: 375385. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/375385/>
- Szleszkowski, Ł., Kadej, M., Ogórek, R., Thannhäuser, A., Dobrowolski, M. A., & Jurek, T. (2022). “Salt mummification” - Atypical method of embalming a corpse. *International Journal of Legal Medicine*, 136(6), 1829–1840. <https://doi.org/10.1007/s00414-022-02855-5> PMID: 35739355
- Thomas, S. M., Bednarek, J., Janssen, W. J., & Hume, P. S. (2021). Air-inflation of murine lungs with vascular perfusion-fixation. *Journal of Visualized Experiments*, 2(168), 10.3791/62215. <https://doi.org/10.3791/62215> PMID: 33616116; PMCID: PMC9417600
- Unger, S., Blauth, M., & Schmoelz, W. (2010). Effects of three different preservation methods on the mechanical properties of human and bovine cortical bone. *Bone*, 47(6), 1048–1053. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2010.08.012>
- Uruthiralingam, U., & Rea, P. M. (2020). Augmented and virtual reality in anatomical education - A systematic review. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, 1235, 89–101. https://doi.org/10.1007/978-3-030-37639-0_5 PMID: 32488637
- Valenzuela, M., Catoia, B., Munjin, A., & Valdés, F. (2015). Nuevo método de inclusión en resina poliéster P-4 para cortes anatómicos. *International Journal of Morphology*, 33(1), 275–278. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022015000100043
- Varlet, V., Bouvet, A., Cadas, H., Hornung, J. P., & Grabherr, S. (2019). Toward safer thanatopraxy cares: Formaldehyde-releasers use. *Journal of Anatomy*, 235(5), 863–872. <https://doi.org/10.1111/joa.13047> Epub 2019 Jul 11. PMID: 31297814; PMCID: PMC6794211
- Vélez-García, J. F., & Ruiz-Lozano, R. (2017). Reflexión sobre los procesos de enseñanza-aprendizaje de la anatomía veterinaria. *International Journal of Morphology*, 35(3), 888–892. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95022017000300015
- Von Haegens, G. (1979). Impregnation of soft biological specimens with thermosetting resins and elastomers. *Anatomical Record*, 194, 247–255. <https://doi.org/10.1002/ar.1091940206>
- Weibel, E. R., & Vidone, R. A. (1961). Fixation of the lung by formalin steam in a controlled state of air inflation. *The American Review of Respiratory Disease*, 84, 856–861. <https://doi.org/10.1164/arrd.1961.84.6.856> PMID: 14005591