



Inovações em Cirurgia de Grandes Animais: Técnicas Minimamente Invasivas, Ortopedia e Manejo Pós-Operatório

Innovations in Large Animal Surgery: Minimally Invasive Techniques, Orthopedics, and Post-Operative Management

Douglas Sabino Leite de Oliveira Duarte

Graduado em Medicina Veterinária. Instituição: Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Jakelaine Lopes Paiva

Mestrado em Ciência Animal. Instituição: Universidade Federal de Goiás

Maria Luíza Olímpio Lima

Graduanda em Medicina Veterinária. Instituição: Universidade Estadual de Goiás

Cinthia Martins dos Santos

Graduada em Medicina Veterinária. Instituição: Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Iggor Frederico Ortlieb

Mestrando em Medicina Veterinária Convencional e Integrativa. Instituição: Universidade Federal de Santa Catarina

Eduarda Gussoni de Moura

Graduanda em Medicina Veterinária. Instituição: Instituto Master de Ensino Presidente Antônio Carlos

Ana Rogéria Andrade Oliveira Ferreira

Graduanda em Medicina Veterinária. Instituição: Centro Universitário Inta

Juliane Camila Campêlo Canola

Graduada em Medicina Veterinária. Instituição: Centro Universitário Central Paulista.

Edson Farias Tavares

Graduando em Medicina Veterinária. Instituição: Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos

Maria Paula Bonatti Karmann

Graduada em Medicina Veterinária. Instituição: Centro Universitário Avantis (UNIAVAN)

Resumo: A cirurgia de grandes animais tem apresentado avanços expressivos nos últimos anos, impulsionados pela incorporação de novas tecnologias, pela evolução dos conceitos de bem-estar animal e pela necessidade de otimizar os resultados clínicos e econômicos dos procedimentos cirúrgicos. Tradicionalmente, as intervenções em equinos e bovinos baseavam-se em abordagens abertas extensas, frequentemente associadas a maior trauma tecidual, períodos prolongados de recuperação e maior incidência de complicações pós-operatórias. Nesse contexto, técnicas minimamente invasivas, como a laparoscopia em estação, passaram a desempenhar papel central na cirurgia abdominal, possibilitando melhor visualização anatômica, redução do tempo cirúrgico e recuperação mais rápida. Paralelamente, a ortopedia de grandes animais evoluiu com a introdução de implantes bloqueados, estratégias de osteossíntese minimamente invasiva e métodos de planejamento cirúrgico avançado, que visam preservar a biologia óssea e melhorar a

estabilidade mecânica. Além disso, o manejo pós-operatório contemporâneo, fundamentado na analgesia multimodal, no uso racional de antimicrobianos, no manejo avançado de feridas e em protocolos estruturados de reabilitação, tem demonstrado impacto direto na redução de complicações e na melhoria do bem-estar animal. Apesar desses avanços, desafios persistem, incluindo a heterogeneidade metodológica dos estudos, a limitação de evidências clínicas robustas e a necessidade de padronização de desfechos objetivos. Ainda assim, as inovações em cirurgia de grandes animais apresentam elevado potencial para transformar a prática veterinária, promovendo procedimentos mais seguros, eficientes e alinhados às exigências contemporâneas de saúde e bem-estar animal.

Palavras-chave: analgesia multimodal; implantes bloqueados; laparoscopia em estação; osteossíntese biológica; reabilitação funcional.

Abstract: Large animal surgery has seen significant advances in recent years, driven by the incorporation of new technologies, the evolution of animal welfare concepts, and the need to optimize the clinical and economic outcomes of surgical procedures. Traditionally, interventions in horses and cattle were based on extensive open approaches, often associated with greater tissue trauma, prolonged recovery periods, and a higher incidence of postoperative complications. In this context, minimally invasive techniques, such as laparoscopy, have come to play a central role in abdominal surgery, enabling better anatomical visualization, reduced surgical time, and faster recovery. At the same time, large animal orthopedics has evolved with the introduction of locked implants, minimally invasive osteosynthesis strategies, and advanced surgical planning methods, which aim to preserve bone biology and improve mechanical stability. In addition, contemporary postoperative management, based on multimodal analgesia, rational use of antimicrobials, advanced wound management, and structured rehabilitation protocols, has demonstrated a direct impact on reducing complications and improving animal welfare. Despite these advances, challenges remain, including methodological heterogeneity of studies, limited robust clinical evidence, and the need for standardization of objective outcomes. Nevertheless, innovations in large animal surgery have high potential to transform veterinary practice, promoting safer, more efficient procedures that are aligned with contemporary animal health and welfare requirements.

Keywords: multimodal analgesia; blocked implants; station laparoscopy; biological osteosynthesis; functional rehabilitation.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a cirurgia de grandes animais tem avançado consideravelmente, graças à adoção de novas tecnologias, ao aprimoramento dos conceitos de bem-estar animal e à demanda por otimização dos resultados clínicos e financeiros dos procedimentos cirúrgicos. Tradicionalmente, as intervenções em equinos e bovinos eram feitas por meio de abordagens abertas extensas, o que geralmente resultava em maior trauma tecidual, longos períodos de recuperação, maior risco de complicações pós-operatórias e altos custos operacionais. Nesse cenário, a incorporação de técnicas cirúrgicas avançadas tem se estabelecido como uma abordagem essencial para aumentar a eficácia, a segurança e a previsibilidade dos tratamentos (Röcken *et al.*, 2005; Hendrickson, 2012).

Dentre essas inovações, sobressaem as técnicas minimamente invasivas, notadamente a laparoscopia em posição quadrupedal, amplamente utilizada em procedimentos abdominais em equinos e bovinos, como ovariectomias, correção de deslocamentos abomasais, tratamento de cólicas recorrentes e fechamento do espaço nefroesplênico. Essas técnicas possibilitam uma visualização aprimorada das estruturas anatômicas, diminuem o tempo cirúrgico, reduzem a resposta inflamatória e aceleram o retorno do animal às suas atividades produtivas ou esportivas (Martens; Haardt, 2023; Giesteira *et al.*, 2023).

Simultaneamente, a ortopedia de grandes animais também avançou significativamente, incorporando técnicas como a osteossíntese minimamente invasiva, utilização de placas bloqueadas, fixadores externos modificados e planejamento cirúrgico assistido por tecnologias tridimensionais. Esses métodos têm como objetivo preservar a biologia óssea e reduzir os danos aos tecidos moles (Mählmann *et al.*, 2021; Trębacz *et al.*, 2024).

O manejo pós-operatório passou a ser considerado um elemento fundamental para o sucesso terapêutico, além do procedimento cirúrgico em si. Estratégias contemporâneas de analgesia multimodal, controle da inflamação, manejo avançado de feridas e protocolos de reabilitação têm mostrado um efeito direto na diminuição de complicações, na aceleração do processo de cicatrização e na melhoria do bem-estar dos animais. Nesse contexto, terapias como a pressão negativa para tratamento de feridas e técnicas loco-regionais de analgesia em procedimentos realizados com o animal em pé têm recebido maior atenção na literatura científica recente (Cantatore *et al.*, 2023; Giambrone *et al.*, 2024).

Embora a literatura científica contemple um volume expressivo de estudos que abordam, de maneira isolada, as inovações em cirurgia de grandes animais, permanece evidente a carência de análises críticas e sistematizadas que integrem, de forma abrangente, as técnicas minimamente invasivas, os avanços em ortopedia cirúrgica e as estratégias contemporâneas de manejo pós-operatório. Nesse contexto, o presente estudo fundamenta-se na análise do impacto das inovações tecnológicas e técnicas sobre os desfechos clínicos, o bem-estar animal e a eficiência cirúrgica, em comparação às abordagens convencionais. Sua relevância reside na necessidade de compilar e avaliar, de forma integrada e criteriosa, as evidências científicas recentes, oferecendo subsídios teóricos e aplicados que contribuam para o aprimoramento das práticas cirúrgicas e para a tomada de decisão clínica baseada em evidências no âmbito da medicina veterinária de grandes animais.

Logo, os objetivos deste trabalho consistem em analisar criticamente as principais inovações em cirurgia de grandes animais, com ênfase nas técnicas minimamente invasivas, nos avanços da ortopedia cirúrgica e no manejo pós-operatório; descrever seus princípios, indicações, benefícios e limitações; e avaliar comparativamente seus impactos nos resultados clínicos, no tempo de recuperação, na ocorrência de complicações e no bem-estar animal, delimitando de forma clara e alcançável o escopo do capítulo.

REVISÃO DE LITERATURA

Técnicas Minimamente Invasivas (TMI) em Grandes Animais

Ao longo das últimas décadas, as TMI se estabeleceram como um pilar estratégico na cirurgia de grandes animais, pois diminuem o trauma tecidual, a dor e o tempo de recuperação, além de proporcionarem uma visualização e manipulação anatômica em cavidades corporais superiores em comparação com as abordagens abertas (Hendrickson, 2012; Easley; Hendrickson, 2014). Em equídeos, a laparoscopia em estação é bastante utilizada em procedimentos eletivos e terapêuticos, sendo a ovariectomia um dos principais, pois evita os riscos da anestesia geral e está associada a uma menor morbidade, sem comprometer a eficácia (Röcken *et al.*, 2011; Giambrone *et al.*, 2024). A técnica padrão envolve insuflação com CO₂ e introdução de trocartes por pequenas incisões, com ampliação controlada de uma porta para remoção do ovário, seguida de desinsuflação e síntese rotineira (Hendrickson, 2012; Giambrone *et al.*, 2024).

A literatura recente destaca que, sob a perspectiva analgésica e de segurança operatória, a ovariectomia laparoscópica em estação pode ser dolorosa e exige protocolos multimodais. Esses protocolos combinam sedação, analgesia sistêmica e técnicas locorregionais (como anestesia tópica/mesovariana, infiltrações e/ou epidural caudal), com o objetivo de garantir o bem-estar animal e a previsibilidade do procedimento (Schauvliege *et al.*, 2019; Giambrone *et al.*, 2024). Além disso, revisões sistemáticas indicam que, embora o uso clínico dessas estratégias esteja crescendo, ainda há poucos estudos elegíveis que avaliam objetivamente a qualidade analgésica intraoperatória. Isso destaca a necessidade de padronizar os desfechos e as escalas de dor (Giambrone *et al.*, 2024).

Em bovinos, a aplicação de TMI tem avançado especialmente em afecções abdominais de alto impacto produtivo, como o deslocamento de abomaso à esquerda (DAE). A laparoscopia guiando técnicas de fixação (p. ex., toggle-pin-suture) permite correção com o animal em estação, com potencial para reduzir riscos associados à recumbência em gestantes e melhora da reprodutibilidade do ato cirúrgico (Seeger *et al.*, 2006; Perotta *et al.*, 2018). Em série clínica com vacas Holandesas gestantes, a abomasopexia laparoscópica “one-step” foi executada em 15–40 minutos, com resolução dos sinais em 1–2 dias e ausência de complicações pós-operatórias relevantes reportadas, além de boa evolução reprodutiva subsequente (Kang *et al.*, 2019).

Avanços em Ortopedia de Grandes Animais

A ortopedia em grandes animais avançou significativamente em duas direções complementares: (i) o aperfeiçoamento biomecânico dos implantes, especialmente dos sistemas bloqueados, e (ii) a maior preservação biológica do foco de fratura, reduzindo a dissecação e mantendo o suprimento sanguíneo local (Auer; Stick, 2019; Pozzi, 2020). As placas de compressão bloqueadas (locking

compression plates - LCP) possibilitam construções mais estáveis em ossos que suportam altas cargas, com menor dependência do atrito entre a placa e o osso. Isso é especialmente importante em casos de fraturas complexas, osteopenia e situações de contaminação (Ahmad *et al.*, 2007; Fürst; Auer, 2020).

Um desdobramento clínico relevante é a utilização “não convencional” do LCP como fixador externo tipo I (supercutaneous plating), uma abordagem que integra os princípios de fixação externa (reduzindo a quantidade de material no foco e melhorando o acesso a feridas) com a estabilidade proporcionada por parafusos bloqueados (Kloen, 2009; Bible; Mir, 2015). Em uma série de casos envolvendo quatro equídeos e um dromedário apresentando fraturas mandibulares unilaterais abertas/instáveis, o uso de LCP como fixador externo (em combinação com cerclagem intraoral) levou a um bom resultado funcional no acompanhamento de 11 a 41 meses. As complicações foram gerenciáveis, incluindo drenagem na interface entre o parafuso e a pele, um caso de infecção no local e episódios de necrose por pressão quando placas mais longas foram posicionadas mais caudalmente (Mählmann *et al.*, 2021).

Além do ganho biomecânico, essa abordagem reforça um princípio central do manejo ortopédico contemporâneo em grandes animais: adequar a técnica não apenas ao padrão de fratura, mas também ao status de contaminação, à condição de partes moles e à viabilidade do pós-operatório (Nelson *et al.*, 2021; Mählmann *et al.*, 2021). Nesse contexto, o controle por imagem (radiografia, fluoroscopia e/ou tomografia) se destaca como um elemento fundamental para o planejamento e diminuição de eventos iatrogênicos, como a interferência com raízes dentárias e estruturas próximas em fraturas craniofaciais (Casey *et al.*, 2015; Mählmann *et al.*, 2021).

Simultaneamente, a filosofia da osteossíntese minimamente invasiva (MIPO) impacta a ortopedia de grandes animais ao enfatizar a redução indireta, a preservação do hematoma e a minimização do descolamento periosteal, com uma tendência crescente para a incorporação de ferramentas de planejamento e guias por imagem (Guiot; Dejardin, 2020; Pozzi, 2020). Apesar de parte das evidências recentes sobre impressão 3D e pré-contorno de placas estar mais consolidada em pequenos animais e humanos, os conceitos de planejamento anatômico, padronização de implantes e aumento da acurácia podem ser aplicados diretamente a casos complexos em equinos, especialmente em fraturas que apresentam grande variação morfológica e demandam redução indireta (Guiot; Dejardin, 2020).

Manejo Pós-Operatório Contemporâneo: Analgesia, Complicações e Reabilitação

O manejo pós-operatório contemporâneo em grandes animais é fundamentado em três aspectos principais: analgesia multimodal, prevenção e monitoramento de complicações, e reabilitação funcional precoce e confiável (Taylor *et al.*, 2021; Schauvliege *et al.*, 2019). Em procedimentos realizados em estação, especialmente em equinos, a seleção de sedativos e a titulação fundamentada em escores são

recomendadas para diminuir a variabilidade entre operadores e promover uma maior estabilidade comportamental, o que tem um impacto direto na segurança e no estresse (Schauvliege *et al.*, 2019; Giambone *et al.*, 2024). Por outro lado, a analgesia passa de protocolos “padrão” para abordagens personalizadas e fundamentadas em risco, integrando AINEs, opioides quando apropriados, anestesia local/locorregional e medicamentos adjuvantes, com foco especial na dor visceral e na dor relacionada à manipulação de pedículos vasculares (Pezzanite *et al.*, 2023; Giambone *et al.*, 2024).

No âmbito da cirurgia abdominal em equinos e ruminantes, as complicações pós-operatórias (como infecção de ferida, aderências, íleo, deiscência e dor persistente) são fundamentais para os resultados clínicos e custos do tratamento. A profilaxia antimicrobiana e o controle tópico de feridas são tópicos centrais em diretrizes e revisões recentes (Dallap Schaer *et al.*, 2022). Em bovinos gestantes submetidos a técnicas laparoscópicas para DAE, há relatos de que, em protocolos específicos, não se utilizam antibióticos no pós-operatório imediato, com boa evolução clínica. Isso reforça o debate atual sobre a racionalização do uso de antimicrobianos e a tomada de decisões baseada em risco e assepsia do procedimento (Guardabassi; Prescott, 2015).

Por último, a reabilitação pós-cirúrgica se torna um elemento estruturado do tratamento, especialmente na ortopedia equina, pois o retorno funcional depende não apenas da estabilidade do implante, mas também do controle de carga e da progressão dos exercícios. Revisões recentes enfatizam que os protocolos de reabilitação devem ser progressivos, mensuráveis e ajustados de acordo com o tipo de reparo, incorporando controle da dor, manejo do edema, fisioterapia e monitoramento objetivo da marcha e da condição corporal (McGowan *et al.*, 2021).

Integração Crítica das Evidências e Identificação de Lacunas na Literatura

De modo geral, a literatura aponta que as inovações em TMI, ortopedia (implantes bloqueados, estratégias híbridas e MIPO) e manejo pós-operatório (analgesia multimodal, antimicrobianos baseados em risco e reabilitação) visam melhorar o bem-estar, reduzir a morbidade e aumentar a previsibilidade dos resultados (Easley; Hendrickson, 2014; Mählmann *et al.*, 2021; Giambone *et al.*, 2024). No entanto, ainda existem lacunas metodológicas significativas: a variedade de resultados relatados, amostras pequenas em estudos clínicos (particularmente em técnicas locorregionais durante a laparoscopia em estação) e a baixa padronização de indicadores objetivos de dor/recuperação, o que dificulta comparações sólidas entre abordagens inovadoras e técnicas tradicionais (Giambone *et al.*, 2024).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As inovações em cirurgia de grandes animais têm promovido avanços expressivos na prática clínica, especialmente por meio da incorporação de técnicas

minimamente invasivas, do aprimoramento das abordagens ortopédicas e da evolução do manejo pós-operatório. Essas estratégias contribuem para a redução do trauma cirúrgico, menor incidência de complicações, recuperação mais rápida e melhora do bem-estar animal, além de ampliarem a eficiência e a previsibilidade dos procedimentos quando comparadas às técnicas convencionais.

Entretanto, apesar dos benefícios observados, a literatura ainda apresenta limitações relacionadas à heterogeneidade metodológica, à escassez de estudos clínicos controlados e à ausência de padronização de desfechos objetivos. Assim, torna-se fundamental o desenvolvimento de pesquisas mais robustas e integradas, capazes de consolidar as evidências disponíveis e orientar a aplicação dessas inovações de forma segura e eficaz, fortalecendo a prática da cirurgia de grandes animais baseada em evidências.

REFERÊNCIAS

- AHMAD, M.; NANDA, R.; BAJWA, A. S.; CADDY, C.; CASEY, A. **Locking compression plates in orthopaedic trauma: a review**. Journal of Orthopaedic Surgery and Research, London, v. 2, n. 1, p. 1–8, 2007.
- AUER, J. A.; STICK, J. A. **Equine surgery**. 5. ed. St. Louis: Elsevier, 2019.
- BIBLE, J. E.; MIR, H. R. **External fixation: principles and applications**. Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons, Rosemont, v. 23, n. 2, p. 101–110, 2015.
- CANTATORE, M.; GIGANTE, G.; RUGGIERO, M.; PERRONE, A. **Negative pressure wound therapy in equine limb wounds: a retrospective study**. Animals, Basel, v. 13, n. 19, p. 1–12, 2023.
- CASEY, M. B.; TREIBER, K. H.; FOERSTER, M.; RIGGS, C. M. **Imaging techniques in equine maxillofacial trauma**. Equine Veterinary Education, Hoboken, v. 27, n. 7, p. 371–379, 2015.
- DALLAP SCHAEER, B. L.; STEINER, A.; SCHNEIDER, R. K. **Antimicrobial use in equine surgery: current concepts and controversies**. Veterinary Clinics of North America: Equine Practice, Philadelphia, v. 38, n. 2, p. 287–302, 2022.
- EASLEY, J. T.; HENDRICKSON, D. A. **Advances in equine laparoscopy**. Veterinary Clinics of North America: Equine Practice, Philadelphia, v. 30, n. 1, p. 1–15, 2014.
- GIAMBRONE, G.; CATONE, G.; MARINO, G.; GUGLIANDOLO, E.; MILORO, R.; VULLO, C. **Loco-regional anaesthesia during standing laparoscopic ovariectomy in equids: a systematic review (2003–2023)**. Animals, Basel, v. 14, n. 16, p. 2306, 2024.
- GUARDABASSI, L.; PRESCOTT, J. F. **Antimicrobial stewardship in veterinary medicine: an overview**. Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics, Oxford, v. 38, n. 2, p. 98–106, 2015.

GUIOT, L. P.; DEJARDIN, L. M. **Advances in minimally invasive plate osteosynthesis (MIPO)**. Veterinary Surgery, Hoboken, v. 49, n. S1, p. 59–72, 2020.

HENDRICKSON, D. A. **A review of equine laparoscopy**. ISRN Veterinary Science, Cairo, v. 2012, p. 1–10, 2012.

KANG, J. Y.; KIM, I. H.; LEE, S. M. **Laparoscopic one-step abomasopexy in pregnant dairy cows with left displaced abomasum**. Veterinary Record, London, v. 185, n. 12, p. 1–6, 2019.

KLOEN, P. **Supercutaneous plating: use of locking compression plates as external fixators**. Journal of Orthopaedic Trauma, Philadelphia, v. 23, n. 6, p. 426–430, 2009.

MÄHLMANN, K.; STÜSSI, H.; KÜBLER, J.; SCHMID, T.; KIRSCHNER, A. **Application of locking compression plates as type I external fixators for mandibular fractures in equids and a dromedary**. Veterinary Surgery, Hoboken, v. 50, n. 1, p. 120–130, 2021.

MARTENS, A.; HAARDT, H. **Role of laparoscopy in diagnosis and management of equine colic**. Veterinary Clinics of North America: Equine Practice, Philadelphia, v. 39, n. 2, p. 265–282, 2023.

MCGOWAN, C. M.; CROWE, O. M.; JONES, E.; GONZALEZ, L. A. **Rehabilitation and return to function in the equine athlete**. Equine Veterinary Journal, Hoboken, v. 53, n. 4, p. 728–739, 2021.

NELSON, B. B.; HASSEL, D. M.; EHRHART, N. P. **Principles of fracture management in horses**. Veterinary Clinics of North America: Equine Practice, Philadelphia, v. 37, n. 1, p. 45–63, 2021.

PEROTTA, J. H.; GOMES, R. G.; COSTA, L. R. **Laparoscopic correction of left displaced abomasum in dairy cows**. Pesquisa Veterinária Brasileira, Rio de Janeiro, v. 38, n. 6, p. 1135–1141, 2018.

PEZZANITE, L. M.; PAVLIK, A. J.; JONES, E. A. **Multimodal analgesia in equine surgery**. Veterinary Clinics of North America: Equine Practice, Philadelphia, v. 39, n. 1, p. 99–118, 2023.

POZZI, A. **Concepts of biological osteosynthesis**. Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice, Philadelphia, v. 50, n. 1, p. 23–35, 2020.

RÖCKEN, M.; SCHUBERT, C.; MOSER, G.; LITTMANN, E.; LAVIN, S. **Indications, technique and long-term experience with laparoscopic closure of the nephrosplenic space in standing horses**. Veterinary Surgery, Hoboken, v. 34, n. 7, p. 637–645, 2005.

RÖCKEN, M.; MOSER, G.; LAVIN, S. **Standing laparoscopic ovariectomy in horses: indications and outcomes**. Veterinary Surgery, Hoboken, v. 40, n. 1, p. 1–8, 2011.

SCHAUFLIEGE, S.; VANDERPERREN, K.; MARTENS, A. **Sedation and analgesia for standing laparoscopic procedures in horses.** Equine Veterinary Education, Hoboken, v. 31, n. 10, p. 530–540, 2019.

SEEGER, T.; HINRICHS, K.; SCHWARZ, A. **Laparoscopic correction of left displaced abomasum in cattle.** Veterinary Surgery, Hoboken, v. 35, n. 4, p. 326–332, 2006.

TAYLOR, P. M.; CARR, E.; WHITE, K. **Multimodal analgesia and pain management in horses.** Equine Veterinary Journal, Hoboken, v. 53, n. 1, p. 14–27, 2021.

TRĘBACZ, P.; KOWALCZYK, M.; LEWANDOWSKI, M. **Three-dimensional planning and patient-specific implants in veterinary orthopaedics.** Animals, Basel, v. 14, n. 4, p. 1–15, 2024.