

氏名(本(国)籍)	藤岡 透(岡山県)
主指導教員氏名	岐阜大学 准教授 神志那 弘 明
学位の種類	博士(獣医学)
学位記番号	獣医博甲第592号
学位授与年月日	令和3年9月17日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科及び専攻	連合獣医学研究科 獣医学専攻
研究指導を受けた大学	岐阜大学
学位論文題目	Studies on Development of New Surgical Techniques for Dog with Spinal Instability Associated with Degenerative Intervertebral Disc Changes (椎間板変性が関連する犬の脊椎不安定症に対する新しい手術法の開発に関する研究)
審査委員	主査 岩手大学 教授 片山 泰章 副査 帯広畜産大学 准教授 松本 高太郎 副査 岩手大学 准教授 星野 有希 副査 東京農工大学 教授 田中 綾 副査 岐阜大学 教授 前田 貞俊 副査 岐阜大学 准教授 神志那 弘 明

学位論文の内容の要旨

犬の脊椎不安定症は、椎骨または周囲組織が動的または静的に脊髄を圧迫する疾患の総称であり、椎間板の変性、外傷、奇形、腫瘍または感染によって発症する。中でも椎間板の変性は脊椎の不安定と脊髄の圧迫を引き起こす最も一般的な原因である。脊椎不安定症の外科治療の目的は脊髄の減圧と脊椎の安定化である。犬の頸椎、胸腰椎または腰仙椎の固定術には、ピンまたはスクリューとポリメチルメタクリレート(以下PMMA)が用いられるが、手術操作による周囲重要組織の損傷やインプラントの破綻による脊髄の再圧迫が問題となっている。本研究の目的は、1) 頸椎の伸延-安定化における安全で効果的な手術法を開発すること、2) 胸腰椎及び腰仙椎固定術において安全にインプラントを設置できる術中支援デバイスを開発することである。

第1章では、椎間板が関連した頸部脊椎脊髄症(以下DA-CSM)の犬6頭に対し、椎間スペーサー(以下IS)とロックングプレートシステム(以下LPS)を使用した伸延-骨癒合術を実施し、臨床症状、神経学的検査、CT及びMR画像所見について継時的に評価した。術後、全例で臨床症状の改善が認められ、IS周囲の骨増生は術後6ヶ月までに全例で認められた。術直後に認められた脊椎の伸延効果は術後長期で短縮したが、観察期間中に再手術が必要な症例はなかった。以上より、本術式は頸椎の安定化と早期の骨癒合が術後伸延不足による脊髄の再圧迫を防ぐと考えられた。形態計測の結果から、脊髄腹側の圧迫と神経根圧迫の改善が症状の改善をもたらすと考えられた。

第2及び第3章では、犬の胸腰椎と腰仙椎の不安定症に対するスクリューとPMMAを使用した固定術を安全に実施できるカスタムメイドドリルガイドを開発した。予備実験ではビ

ーグル犬の摘出胸腰椎と摘出腰仙椎を使用し、カスタムメイドドリルガイドの正確性と安全性を評価した。臨床試験では胸腰椎または腰仙椎不安定症を示す症例に対しカスタムメイドドリルガイドを使用した固定術を実施し、その安全性と正確性を評価した。摘出脊椎での評価において、カスタムメイドドリルガイドを使用して作製したスクリュー孔は全て骨内に完全に位置しており、誤差計測においてもその正確性が証明された。臨床例においてもカスタムメイドドリルガイドの使用によりスクリューが安全かつ正確に設置でき、術後、神経症状は全症例で改善した。以上の結果より、カスタムメイドドリルガイドは安全にインプラントを設置できる術中支援デバイスであることが証明された。

以上の研究結果より、犬の頸椎不安定症である DA-CSM に対し伸延一骨癒合術が効果的な手術法であることが示唆された。また犬の胸腰椎と腰仙椎不安定症の外科治療において、インプラントの設置を安全かつ正確に実施できるカスタムメイドドリルガイドは、術中支援デバイスとして有用であることが示された。これらの結果は、犬の脊椎不安定症の外科治療の標準化につながることを期待される。

審 査 結 果 の 要 旨

本研究は椎間板が関連する犬の脊椎不安定症における安全で効果的な手術法を開発することを目的とし、頸椎、胸腰椎および腰仙椎不安定症に対して新しい術式をそれぞれ実施した。

第 1 章では、椎間板が関連する頸椎不安定症の犬に対し、椎間スペーサーとロッキングプレートを使用した伸延固定術と自家海綿骨移植を実施し、臨床症状及び画像検査のフォローアップ、脊椎の形態計測などにより、その効果を示した。術後、全例で臨床症状が改善し、早期の骨癒合を確認した。また、症状の悪化による再手術は必要なかった。脊椎の形態計測では術前の椎間板幅インデックス (DHI) 及び椎間孔幅インデックス (FWI) と比較して術直後 DHI 及び FWI は有意に増加した。以上より、本術式は頸椎の安定化と早期の骨癒合が術後伸延不足による脊髄の再圧迫を防ぐことを示した。また、形態計測の結果から、脊髄の腹側および神経根の圧迫の改善が臨床的効果をもたらすことを明らかにした。

第 2 章及び第 3 章では、犬の胸腰椎と腰仙椎の不安定症にスクリューと PMMA を使用した固定術を安全に実施できるカスタムメイドのドリルガイドを作製し、その安全性を評価した。ドリルガイドは、CT 撮像より得られた DICOM (Digital Imaging and Communication in Medicine) データから重要組織の侵害を避けた最適なスクリュー孔の始点と終点の座標を設定し、その座標データに基づいて 3D modeling software 及び 3D プリンターにより造形することで作製した。作製したドリルガイドを使用して、遺体胸腰椎及び腰仙椎の椎体に対してはスクリュー孔、胸腰椎および腰仙椎不安定症の臨床例に対しては皮質骨スクリューをそれぞれ設置した。ドリルガイドの正確性と安全性を検証するため、術前後のスクリュー孔の始点と終点の座標誤差の算出及びスクリュー孔の位置またはスクリューの設置位置のグレード分類をそれぞれ実施した。遺体を用いた予備実験では、すべての胸腰椎 (合計 22 本) 及び腰仙椎 (合計 36 本) に安全にスクリュー孔を作製することができ、臨床例については胸腰椎において 79.3% (29 本中 23 本) の確率、腰仙椎で 100% (合計 12 本) の確率で安全にスクリューを設置できることを示した。正確性の評価では、胸椎にスクリューを設置する際、内外側及び腹背方向に誤差がみられた。また、腰仙椎では、経関節で腰椎と仙椎にスクリュー孔を作製する場合、内外側、腹背及び頭尾方向に誤差がみられた。臨床例の神経症状は全頭で改善した。以上よりカスタムメイドドリルガイドはインプラントを安全に設置できるデバイスであることを明らかにした。

本研究は犬の頸椎固定術として椎間スペーサーとロッキングプレートシステムを使用し

た新しい術式が有効であることを明らかにした。また、犬の胸腰椎と腰仙椎の固定術においては、インプラントの設置を安全、正確に実施できるカスタムメイドドリルガイドを開発した。本研究の結果は、脊椎不安定症の外科治療の標準化につながると考えられた。

以上について、審査委員全員一致で本論文が岐阜大学大学院連合獣医学研究科の学位論文として十分価値があると認めた。

基礎となる学術論文

1) 論文目録 : A novel patient-specific drill guide template for stabilization of thoracolumbar vertebrae of dogs: cadaveric study and clinical cases

著者名 : Fujioka, T., Nakata, K., Nishida, H., Sugawara, T., Konno, N., Maeda, S. and Kamishina, H.

学術雑誌名 : Veterinary Surgery

巻・号・頁・発行年 : 48 (3) : 336-342, 2019

2) 論文目録 : Accuracy and efficacy of a patient-specific drill guide template system for lumbosacral junction fixation in medium and small dogs: Cadaveric study and clinical cases

著者名 : Fujioka, T., Nakata, K., Nakano, Y., Nozue, Y., Sugawara, T., Konno, N., Maeda, S. and Kamishina, H.

学術雑誌名 : Frontiers in Veterinary Science

巻・号・頁・発行年 : 9 (6) : 494, 2020

既発表学術論文

1) 論文目録 : Clinical application of 3D printing technology to the surgical treatment of atlantoaxial subluxation in small breed dogs

著者名 : Kamishina, H., Sugawara, T., Nakata, K., Nishida, H., Yada, N., Fujioka, T., Nagata, Y., Doi, A., Konno, N., Uchida, F. and Maeda, S.

学術雑誌名 : PLoS One

巻・号・頁・発行年 : 14 (5) : e0216445, 2019

2) 論文目録 : Case Report: Transoral penetrating medullocervical injury by a chopstick in three cats

著者名 : Nakano, Y., Nozue, Y., Nakata, K., Fujioka, T., Sakai, Y. and Kamishina, H.

学術雑誌名 : Frontiers in Veterinary Science

巻・号・頁・発行年 : 16 (7) : 609869, 2020