

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 6 月 3 日現在

機関番号：34408

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2020

課題番号：18K17207

研究課題名（和文）MRIによる下歯槽神経障害の定量的評価法の確立

研究課題名（英文）Quantitative evaluation method for inferior alveolar nerve injury using MRI

研究代表者

小滝 真也（Kotaki, Shinya）

大阪歯科大学・歯学部・講師

研究者番号：80805490

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 2,500,000円

研究成果の概要（和文）：歯科臨床において最も損傷される可能性が高い神経の1つである下歯槽神経を対象とし、下歯槽神経障害による知覚麻痺や疼痛などの画像による病態把握を目指した。今回の研究では、MRI撮像法の一つである拡散強調像および拡散テンソル画像を用いて下歯槽神経を評価した。1.5Tの旧式MRIでは、健常者の下歯槽神経脈管束を同定することができ、内部性状を拡散強調画像および拡散テンソル画像から得られた数値で評価することはできたが、下歯槽神経を連続して描出することは困難であった。今後、高磁場強度のMRIやさなる撮像技術の向上により、下歯槽神経を連続した神経線維束として描出する方法を探索する予定である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

下歯槽神経評価のために拡散テンソル画像を取得しADC、Average ADC、FA等の値を計測できることが判明した。それらの値の頑強性や再現性に関しては、数値には観察者間での相違も認められた。下歯槽神経は対象とする範囲が狭いため、数値化して評価する場合は事前学習が必要であり、観察者に依存しない機械的な定量評価法も有用と考えられた。しかしながら、下歯槽神経を連続して定量的に描出することはできず、描出法に関してはさらなる検討が必要とされる。この結果を発展させることにより、歯科における重要な神経である下歯槽神経領域を主体とした口腔顎顔面痛等の原因解明に将来的に役立つ可能性が示唆された。

研究成果の概要（英文）：The inferior alveolar nerve is one of the most likely nerves to be damaged in clinical dentistry. We aimed to evaluate the pathophysiology of paresthesia and pain caused by inferior alveolar nerve damage through imaging. This study evaluated the inferior alveolar nerve using diffusion weighted imaging and diffusion tensor imaging, an MRI imaging method. 1.5T MRI was able to identify the inferior alveolar nerve vascular bundle in healthy subjects and evaluate the internal properties with values obtained from the diffusion weighted and diffusion tensor images. However, it was difficult to depict the inferior alveolar nerve continuously. In the future, we plan to search for a method to depict the inferior alveolar nerve as a continuous nerve fiber bundle by using MRI with high magnetic field strength and further improvement of imaging technology.

研究分野：歯科放射線学

キーワード：下歯槽神経 MRI 拡散テンソル画像 拡散強調像

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

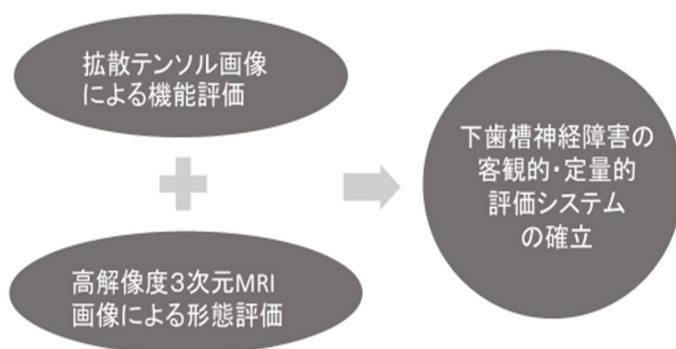
下歯槽神経は、歯科臨床において最も損傷される可能性が高い神経の1つである。しかし、歯科治療や腫瘍・嚢胞等の病態に起因した下歯槽神経障害による知覚麻痺や疼痛などの病態把握やその治療効果の判定は患者の主観的訴えに基づき行われることが多く、侵襲的な検査や二次的に評価する方法を除いて、国内・海外で客観的・定量的評価法が確立されていない。

さらに下歯槽神経の機能障害は未だ可視化することができず、神経損傷による機能障害が疑われる症例でも、パノラマエックス線画像、医用CT、歯科用コーンビームCT、MRIにより下歯槽神経を形態学的に評価せざるを得ない。MRI撮像法の一つである拡散テンソル画像(DTI)は、中枢神経や末梢神経の神経損傷を評価できるとされているが、下顎骨内を走行する細い下歯槽神経の病態評価に有用であるか未だ不明である。本研究では、神経損傷の分類であるSeddonの分類やSunderlandの分類などを参照しつつ、下歯槽神経の障害を非侵襲的に可視化する診断法を開発することを目指した。

2. 研究の目的

現在まで、下歯槽神経の知覚麻痺や疼痛は患者主観的評価や、神経伝導速度検査など神経応答を直接評価する侵襲的な手法によってなされてきた。本研究の目的は、MRIにより非侵襲的に下歯槽神経の病態および形態を評価することであった。健常者の下歯槽神経の走行や状態を3TMRIにて評価する基礎的研究は神経描出、得られた画像データを比較するところまでは成果をあげており、今後その手法を下歯槽神経領域に神経障害を有する患者に適用し、下歯槽神経障害を客観的・定量的に評価するシステムを開発することを目的とした。

下歯槽神経病態・形態評価



3. 研究の方法

(1) 下歯槽神経評価のためのMRI検査で施行する前に、頭頸部の脂肪抑制法に関して当院における最適な脂肪抑制法を検討することを最初の目的とした。診療放射線技師の協力のもと、実験用のファントムを作成し、そのファントムを使用し当院のMRI装置で使用できる最適な脂肪抑制法を正規化順位法で視覚評価した。また、ピクセルシフト法を使用し、各種の脂肪抑制画像に関して視覚的評価を用いずに評価した。

(2) 下歯槽神経評価のために頭頸部の拡散強調画像と拡散テンソル画像を取得しADC、Average ADC、FA等の値を計測し、それらの値の頑強性や再現性に関して統計学的に検討した。(図1)

(3) 下歯槽神経評価に必要なMRI検査に関して(健常者を対象とした研究)を施行し、下歯槽神経の画像解析を行う予定であった。手法としては、健常者においてDTI画像および3次元MRI画像解析は、複数の歯科放射線科医によって行い、これまで得られたデータと比較し、結果の再現が可能かを確認する。DTI画像解析に関しては、下歯槽神経を3部位(下顎孔部、大白歯部、オトガイ孔部)に分けて、それぞれの部位でROIを設定し、DTIデータからの値を計測する予定であった。

(4) 下歯槽神経評価に必要なMRI検査に関して(患者を対象とした研究)は、倫理審査委員会の許可後に、研究者の所属する歯科病院を受診した下歯槽神経領域に症状を有する患者のうち、第三大白歯抜歯後、顎変形症治療後の下歯槽神経麻痺など、口腔内に金属補綴物が少ない患者をまず対象とする予定であった。

4. 研究成果

(1) 下歯槽神経評価のためのMRI脂肪抑制法の検討

ファントムを使用し当院のMRI装置で使用できる最適な脂肪抑制法を正規化順位法で視覚評価した。通常のT1強調像、T2強調像を含めた頭頸部MRI撮像の際には、脂肪抑制法として、CHESS法を使用していた。CHESS法に加え、STIR、IDEALを追加し検討した結果、不均一性に関して、視覚評価の順位は上位からSTIR、IDEAL、CHESSでありSTIRとIDEALの間で統計学的な有意差を認めた。コントラストに関してはCHESS、IDEAL、STIRでありIDEALとSTIR間で統計学的な有意差を認めた。また頭頸部では歯科金属の影響を受けることが多いため、歯科補綴物を封

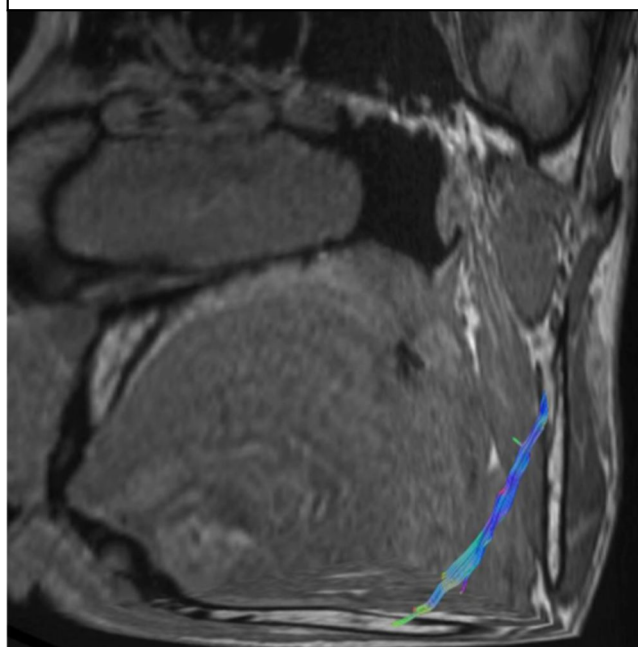
入したファントムを使用しアーチファクトの影響も考慮した。その結果、上位から STIR, IDEAL, CHESSE であったが、統計学的な有意差を認めなかった。この内容は、日本放射線技術学会近畿支部第 63 回学術大会および 2019 年度全国歯科大学・歯学部附属病院診療放射線技師連絡協議会にて学会発表済みである。

複数の MRI 頸部脂肪抑制法を使用し撮像したファントム画像の評価として視覚評価法以外にもピクセルシフト法を使用し、視覚評価法と対比させた。その結果、従来使用されてきた視覚評価法とピクセルシフト法による画質評価には有意な差が指摘できなかった。また、相関関係もみられたため、頭頸部脂肪抑制法の評価方法としてピクセルシフト法も有用な画像評価法となることが判明した。この内容は、2019 年度全国歯科大学・歯学部附属病院診療放射線技師連絡協議会で発表後、追加実験および検討した結果を日本放射線技術学会誌に投稿し、編集委員会および査読者のコメントをもとに修正中である。

(2) 下歯槽神経評価のための頭頸部拡散強調画像と拡散テンソル画像

下歯槽神経評価のために頭頸部の拡散強調画像と拡散テンソル画像を取得し ADC、Average ADC、FA 等の値を計測した。それらの値の頑強性や再現性に関して統計学的に検討した結果、数値には ROI 依存性が認められ、若干ではあるが観察者間での相違も認められた。下歯槽神経は対象とする範囲が狭いため、数値を評価する場合は事前学習が大切になると考えられた。また、観察者に依存しない機械的な定量評価法も有用と考えられた。今後の MRI 装置更新による画質向上や画像の安定性向上により再現性が高まる可能性がある。

図 1 拡散テンソル画像法により描出した下歯槽神経の 1 例



(3) 健常者下歯槽神経評価に必要な MRI 検査 (拡散テンソル画像)

下歯槽神経評価に必要な MRI 検査に関して (健常者を対象とした研究) を施行した結果、2016 年に発表した結果以上の安定性を持った DTI 画像データを取得することは困難であった。理由として、前回は 3T の MRI を使用したが、今回は 1.5T の旧型装置を使用したため、撮像時間延長などの手法を用いたが、今までに得られた画像より神経線維を描出できた画像はなかった (図 1)。

これらの原因として、テンソル加算軸の少なさ、MRI 装置自身の磁束密度の不安定性、受信コイル感度等の問題が挙げられ、研究実施期間内での解決は難しいことが判明した。今後、MRI 装置が更新されるか、他施設の MRI 装置を利用することで解決できる可能性がある。

(4) 患者下歯槽神経評価に必要な MRI 検査 (拡散テンソル画像)

下歯槽神経麻痺を有する患者を組織的に拾い上げることができなかったため、患者を対象とした DTI を撮像する機会を得ることがなかった。今後は、下歯槽神経麻痺を有する患者のリクルート法の検討から行う必要がある。

(5) その他：科研費を利用した関連課題で論文化されたもの

MRI で三叉神経走行領域に神経鞘腫を認めた症例報告

Kotaki S, Gamoh S, Yoshida H, et al. Diagnostic usefulness of panoramic imaging of the pterygopalatine fossa: case of a schwannoma causing pterygopalatine fossa expansion. Oral Radiol. 2019 Sep; 35(3):321-325.

MRI で下歯槽神経領域の感覚異常と開口障害から SAPHO 症候群を診断した症例報告

Kotaki S, Gamoh S, Yoshida H, et al. SAPHO syndrome of the temporomandibular joint associated with trismus: a case report and review of the literature. Oral Radiol. 2020 Apr; 36(2):197-202.

100 年前の歯科放射線学のテキストを振り返り、現在の歯科放射線学の教科書と比較することで、歯科放射線学に関しての立ち位置、学習内容の変遷を明らかにした報告

小滝真也, 清水谷公成. 「歯科レントゲン学」と「歯科放射線学」の比較：図書に基づいた歯科放射線学の歴史的変遷. 歯科医学 2019 82; (2):63-71.

歯科医師を対象とし、歯科放射線学に関して歯科放射線専門医や MRI に関する概要を説明した報告

蒲生祥子, 小滝真也. 歯科放射線学を最大限に活用する～日常診療におけるピットフォール～. 日本歯科医師会雑誌. 2020; 73(2): 49-59.

歯科衛生士学生を対象として歯科放射線学の効率的な学習法を検討した報告

Kaji K, Kotaki S, Masesoma A, Terashima M, Ohnishi A, Ogata Y, Akiyama H, Okusa N, Yamanaka T, Tohyama T, Wato M.

Measuring the effectiveness of oral radiology practice for dental hygiene students: Comparison of lecture and practical training in imaging technique and imaging anatomy. Journal of Osaka Dental University. 2021; 55(1):47-52.

口腔顎顔面痛は歯性上顎洞炎によっても引き起こされる。歯性上顎洞炎の画像診断に関して、CT 画像をゴールドスタンダードとして、従来の単純画像との診断能を比較した報告

Kotaki S, Gamoh S, Tsuji K, Akiyama H, Ikeda C, Yoshida A. The Combination of Panoramic Imaging and Waters' Projection Contributes to the Diagnosis of Odontogenic Maxillary Sinusitis. Kobe J Med Sci. 2021 Apr 21; 66(5):E180-E186.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計10件（うち査読付論文 9件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 小滝真也, 清水谷公成	4. 巻 2
2. 論文標題 「歯科レントゲン学」と「歯科放射線学」の比較: 図書に基づいた歯科放射線学の歴史の変遷.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 歯科医学	6. 最初と最後の頁 63-71
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18905/shikaigaku.82.2_63	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kotaki S, Gamoh S, Yoshida H, Ikeda C, Tominaga K, Wato M, Ueno Y, Akiyama H, Shimizutani K.	4. 巻 35
2. 論文標題 Diagnostic usefulness of panoramic imaging of the pterygopalatine fossa: case of a schwannoma causing pterygopalatine fossa expansion.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Oral Radiology	6. 最初と最後の頁 321-325
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11282-018-0352-x	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 小滝真也, 植埜修司, 辻 要, 池田千浦子, 秋山広徳, 井関富雄, 富永和也, 和唐雅博, 清水谷 公成	4. 巻 82
2. 論文標題 周術期口腔機能管理の際に診断された下顎骨に転移した大腸癌の1例.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 歯科医学	6. 最初と最後の頁 12-18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18905/shikaigaku.82.1_12	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 小滝真也, 山田耕治, 池田千浦子, 秋山広徳, 富永和也, 井関富雄, 森田章介, 清水谷公成	4. 巻 59
2. 論文標題 頸部リンパ節転移および歯根膜腔拡大所見を伴った口腔粘膜悪性黒色腫の1例	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 歯科放射線	6. 最初と最後の頁 29 ~ 32
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11242/dentalradiology.59.29	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kotaki S, Gamoh S, Yoshida H, Noma T, Tsuji K, Akiyama H, Iseki T, Shimizutani K.	4. 巻 36
2. 論文標題 SAPHO syndrome of the temporomandibular joint associated with trismus: a case report and review of the literature	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Oral Radiology	6. 最初と最後の頁 197 ~ 202
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11282-019-00405-1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 蒲生祥子, 小滝真也	4. 巻 73
2. 論文標題 歯科放射線学を最大限に活用する～日常診療におけるピットフォール～	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 日本歯科医師会雑誌	6. 最初と最後の頁 49-59
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 浅井桜子, 坂本潤一郎, 栗林亜実, 小滝真也, 倉林 亨	4. 巻 60
2. 論文標題 初発および再発時に下顎神経に沿った進展を示した顎下腺腺様嚢胞癌の1例	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 歯科放射線	6. 最初と最後の頁 27 ~ 30
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11242/dentalradiology.60.27	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kitayoshi M, Tsuji, Kotaki S, Ishikawa H, Yoshida H, Iseki T.	4. 巻 33
2. 論文標題 A Case of Bilateral Impacted Supernumerary Teeth at Mandibular Third Molar Region	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Oral Diagnosis / Oral Medicine	6. 最初と最後の頁 218 ~ 220
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.15214/jsodom.33.218	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kotaki S, Gamoh S, Tsuji K, Akiyama H, Ikeda C, Yoshida A.	4. 巻 66
2. 論文標題 The Combination of Panoramic Imaging and Waters' Projection Contributes to the Diagnosis of Odontogenic Maxillary Sinusitis.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Kobe Journal of Medical Sciences	6. 最初と最後の頁 180-186
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kaji K, Kotaki S, Masesoma A, Terashima M, Ohnishi A, Ogata Y, Akiyama H, Okusa N, Yamanaka T, Tohyama T, Wato M.	4. 巻 55
2. 論文標題 Measuring the effectiveness of oral radiology practice for dental hygiene students: Comparison of lecture and practical training in imaging technique and imaging anatomy	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Osaka Dental University	6. 最初と最後の頁 47-52
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計9件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 小滝真也, 清水谷公成
2. 発表標題 「歯科レントゲン学」と「歯科放射線学」の比較: 図書に基づいた歯科放射線学の歴史の変遷
3. 学会等名 第564回大阪歯科学会例会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 北吉麻理奈, 辻 要, 植村紳司, 谷 暢, 秋山広徳, 小滝真也, 石川敬彬, 河野多香子, 吉田博昭, 井関富雄
2. 発表標題 両側下顎智歯部に認めた埋伏過剰歯の1例
3. 学会等名 第50回日本口腔外科学会近畿支部学術集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 財家俊幸, 高橋梢吾, 笹垣三千宏, 小滝真也, 秋山広徳, 清水谷公成
2. 発表標題 頭頸部MRI撮像における脂肪抑制画像の評価
3. 学会等名 2019年度全国歯科大学・歯学部付属病院診療放射線技師連絡協議会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小滝真也, 辻 要, 池田千浦子, 秋山広徳, 和唐雅博, 井関富雄, 富永和也, 中嶋正博, 清水谷公成
2. 発表標題 顎顔面領域におけるメトトレキサート関連リンパ増殖性疾患の2例
3. 学会等名 日本歯科放射線学会第60回学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 財家俊幸, 高橋梢吾, 笹垣三千宏, 吉田麻美, 小滝真也, 秋山広徳, 清水谷公成
2. 発表標題 頭頸部MRI撮像における脂肪抑制画像の評価
3. 学会等名 日本放射線技術学会 近畿支部第63回学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小滝真也, 植埜修司, 辻 要, 池田千浦子, 秋山広徳, 井関富雄, 富永和也, 和唐雅博, 清水谷公成
2. 発表標題 周術期口腔機能管理の際に診断された下顎骨に転移した大腸癌の1例
3. 学会等名 第38回NPO法人日本歯科放射線学会関西・九州合同地方会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小滝真也, 蒲生祥子, 吉田博昭, 池田千浦子, 富永和也, 和唐雅博, 秋山広徳, 清水谷公成
2. 発表標題 パノラマX線画像にて翼口蓋窩に認められた神経鞘腫の1例
3. 学会等名 第23回法人日本歯科放射線学会臨床画像大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 蒲生祥子, 秋山広徳, 小滝真也, 津野隆哉, 吉田博昭, 森田章介, 清水谷公成
2. 発表標題 医科歯科連携によって診断された頭蓋内黒色細胞腫の1例
3. 学会等名 第72回NPO法人日本口腔科学会学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 秋山広徳, 小滝真也, 清水谷公成
2. 発表標題 学部学生に対する口腔がん放射線治療教育の重点箇所
3. 学会等名 第37回日本歯科医学教育学会総会学術大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------