

平成21年5月5日現在

研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2006～2008
 課題番号：18592059
 研究課題名（和文）MRIの歯科領域への応用に関する研究：高分解能MRIによる下歯槽神経の画像診断
 研究課題名（英文）Improvement of efficacy of MRI in clinical dentistry: high resolution MR imaging for evaluating inferior alveolar nerve
 研究代表者
 倉林 亨（KURABAYASHI TORU）
 東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究科・教授
 研究者番号：60178093

研究成果の概要：

下顎骨を貫通する下顎管は下歯槽神経および動脈を含む神経血管束であり、埋伏智歯の抜歯や歯科インプラントの術前診査において、その診断は非常に重要である。本研究では、MRIの最適化を行い、同診断における高分解能MRIの有用性を評価した。本研究によって最適化されたMRIは、下歯槽神経の診断においてCTを上回る診断能を有する可能性が示された。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2006年度	1,500,000	0	1,500,000
2007年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2008年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	600,000	4,100,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・病態科学系歯学・歯科放射線学

キーワード：MRI、口腔

1. 研究開始当初の背景

MRIは優れた軟部組織分解能を特徴とし、医学領域のあらゆる分野において、その中核を成す画像診断法として広く利用されている。しかし歯科領域での利用は、口腔癌と顎関節疾患における関節円板の診断にほぼ限定されており、日常の歯科診療での利用はきわめて少ない。一般に歯科診療では歯牙顎骨等の硬組織を対象とすることがほとんどであり、そのため断面画像診断の modality としてはMRIよりもCTの有用性の方が遥かに

高いと考えられてきた。

下顎管は下歯槽神経および動脈より成る血管神経束を含む軟組織構造であり、日常の歯科診療において、その診断は非常に重要である。特に智歯の抜歯やインプラント治療等に伴う下顎管すなわち下歯槽神経の損傷は、遷延する下歯槽神経麻痺を引き起こしその治療に難渋することが多い。すなわち歯科診療において、下顎管（下歯槽神経）の走行を正確に評価することは、下歯槽神経の損傷を回避し、術後の合併症を防ぐ上できわめて重

要な診断である。更に不幸にして神経麻痺が生じた場合には、神経損傷の程度やその後の治療効果を客観的に評価する方法が必要となる。下顎管の走行を正確に評価するためには口内法やパノラマ X 線写真等の二次元画像では不十分であり、この目的のために CT が広く利用されている。特に Dental CT (Dentascan) と呼ばれる歯科専用の画像処理ソフトウェアを利用した顎骨の多断面表示は、従来の X 線写真と比較して下顎管の走行を正確に評価できるため、歯科インプラントの術前診断等のために欠かせない診断法となっている。しかし CT によって特定できる構造は下顎管壁の緻密骨であり、下歯槽神経そのものは全く描出されない。このため X 線の減弱に関して下顎管壁と周囲骨との間に明瞭なコントラストが得られない場合には、CT を用いても下顎管の走行を把握することは困難である。CT 画像診断を日常業務としている当施設の調査によれば、Dental CT によって下顎管の全走行（下顎孔→オトガイ孔）を完全に特定できた症例は、全症例の 60% 程度であった（未発表データ）。一方下歯槽神経麻痺の病態やその後の治療効果を評価する方法として、Semmes-Weinstein Monofilaments (SW 知覚テスト) を用いた臨床検査が行われている。これは神経支配領域の特定部位に触刺激を行い、麻痺の状態を触覚閾値の数値によって表すものであり、病態を定量的に評価することができる。しかし得られた数値はすべて患者自身の訴えに基づくものであり、再現性や客観性の点において若干の問題が残る。より正確で再現性の高い診断法が望まれているものの、画像診断は、現在のところこのような診断のためには全く利用されていない。

MRI の特徴はその優れた軟組織分解能にあり、下歯槽神経の走行は勿論のこと、神経損傷に伴うその病的所見、すなわち神経軸索や神経鞘の変性をも描出できることが期待される。しかし MRI を下歯槽神経の診断に応用した研究はきわめて少なく、更にこれらの研究は、下歯槽神経の診断のために MRI が有用な modality となる可能性を示してはいるものの、同診断における MRI の有用性を示したものではなかった。

2. 研究の目的

本研究の目的は、MRI を利用した新しい下歯槽神経の画像診断法を確立することであった。同目的のために、高分解能 MRI をこの領域に応用し撮像の最適化を図った上で、これを下歯槽神経の局在診断および病変の診断のために利用して、臨床的有用性の評価を行う。本研究によって、歯科領域における MRI の有用性を向上させ、画像診断学の分野から歯科医療の発展に寄与することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 臨床 MRI 画像の評価

本院において MRI を用いて下顎骨の撮像を行った臨床症例の review を行い、下歯槽神経血管束の MR 所見について評価を行った。

(2) 下歯槽神経血管束描出のための撮像シーケンスの最適化

複数の高分解能撮像シーケンスを用いて、屍体および健常 volunteer の下顎骨の MRI 撮像を行い、下歯槽神経血管束描出のために最適な撮像シーケンスを決定した。

(3) 再構築 MRI 画像の応用

下歯槽神経血管束を三次元的に表示するため MRI 画像の Curved multiplanar reconstruction (曲面 MPR) の手法について検討を行った。

(4) 下歯槽神経の診断における拡散テンソル画像応用の試み

本研究開始後に、生体内部の水の拡散の異方性を利用した拡散テンソル画像を基に巨視的な神経線維の走行を三次元的に描出する新しい試みが、中枢神経領域において報告された。これは水の拡散が神経線維の走行に沿った方向には拡散しやすく、直交する方向に拡散しにくい現象を利用して、種々の方向から MPG を印加した上で繰り返し撮像を行い、神経線維の方向を解析し画像化するものである。この手法を下歯槽神経の診断に応用できる可能性について検討を行った、

4. 研究成果

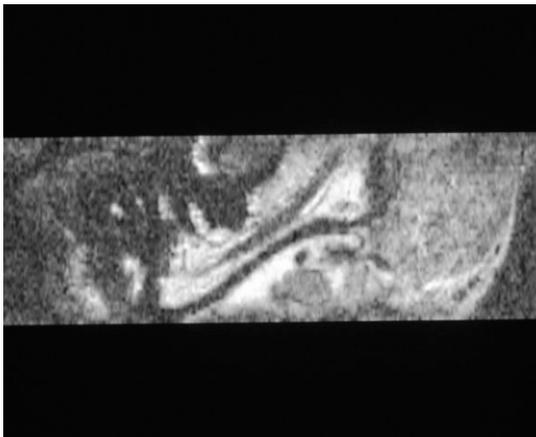
(1) 臨床 MRI 画像の評価

本院において過去 6 ヶ月間に下顎骨を含む

MRI 撮像を行った 480 症例の画像ファイルの review を基に、下歯槽神経血管束の MR 像について評価を行った結果、同神経血管束は画像上連続する線状構造として認められ、T1 強調像では低信号、T2 強調像ではやや弱い高信号を示し、ガドリニウムによって強く増強されていた。いずれのシークエンスにおいても同構造の描出率はほぼ 100%であった。

(2) 下歯槽神経血管束描出のための撮像シークエンスの最適化

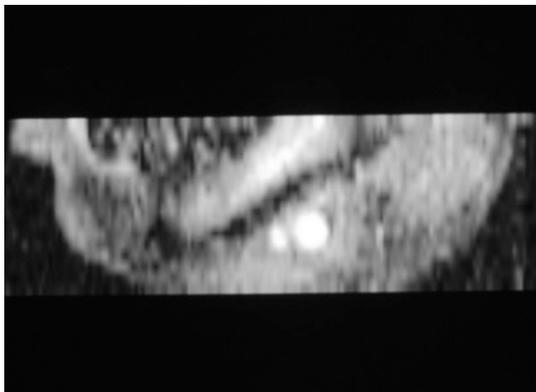
下歯槽神経血管束描出のための各種撮像



3D-CISS 法



T1 強調像 (2mm 厚)



T2 強調像 (2mm 厚)

シークエンスを検討し、屍体を対象として撮像を行った。適用したシークエンスは、SE の T1 強調像と脂肪抑制 T2 強調像 (いずれもスライス厚 2mm)、Gradient-echo 系の複数の撮像シークエンスおよび 3D- constructive interference in steady state 法 (3D- CISS 法、スライス厚 1mm) であった。比較のために 64 列 MDCT による撮影も行った。下歯槽神経血管束の描出能 (コントラストおよび SN 比) について 2 名の観察者が評価を行った結果、3D- CISS 法が最も優れていた。また下顎骨体に平行な断面上で、歯槽頂部から下顎管上壁までの距離の計測を行った結果、両者の差はいずれの計測点においても CISS 法において最も小さかった (1mm 以内)。健常 volunteer 1 名 (研究代表者) に対して同様の検討を行ったところ、同一の結果が得られた。代表的な画像を左図に示した。

(3) 再構築 MRI 画像の応用

MRI の画像データを DICOM 変換して CT コンソールに転送を行い、既存の CT 用 Dentascan プログラムを使用して再構築処理を試みたところ、解決すべきいくつかの問題点が明らかとなった。現在引き続き検討中であるが、同処理が可能となれば、下歯槽神経血管束の局在診断における MRI の有用性は一層向上すると予想される。特に MRI では、強磁性体を除いて歯科用金属によるアーチファクトはほとんど観察されないことから、歯科インプラントの術前術後の診断において、CT を上回る診断能を有することが期待できる。

(4) 下歯槽神経の診断における拡散テンソル画像応用の試み

最近になって、生体内部の水の拡散の異方性を利用した拡散テンソル画像を基に巨視的な神経線維の走行を三次元的に描出する新しい試みが報告されており、中枢神経領域においては、神経の走行だけでなく病的変化も表示できることが期待されている。我々は同手法に注目し、シーメンス社より多軸拡散強調 EPI シークエンスおよび画像処理ソフトウェア dTV の提供を受けた。提供が最終年度であったためにまだ具体的な成果は得られていないが、現在すでにこのプログラムの実用化に着手しており、下歯槽神経における病的所見の MRI 診断の端緒を開く研究成果が期待されている。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 12 件)

① Sakamoto J, Yoshino N, Okochi K, Imaizumi A, Tetsumura A, Kurohara K, Kurabayashi T. Tissue characterization of head and neck lesions using diffusion-weighted MR imaging with SPLICE. *Eur J Radiol* 69: 260-268, 2009. 査読有

② Tantanapornkul W, Okochi K, Bhakdinaronk A, Ohbayashi N, Kurabayashi T. Correlation of darkening of impacted mandibular third molar root on digital panoramic images with cone-beam computed tomography findings. *Dentomaxillofac Radiol* 38: 11-16, 2009. 査読有

③ Kuribayashi A, Okochi K, Kobayashi K, Kurabayashi T. MRI findings of temporomandibular joints with disk perforation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 106: 419-425, 2008. 査読有

④ Ida M, Yoshitake H, Okochi K, Tetsumura A, Ohbayashi N, Amagasa T, Omura K, Okada N, Kurabayashi T. An investigation of magnetic resonance imaging features in 14 patients with synovial chondromatosis of the temporomandibular joint. *Dentomaxillofac Radiol* 37: 213-219, 2008. 査読有

⑤ Okochi K, Ida M, Honda E, Kobayashi K, Kurabayashi T. MRI and clinical findings of posterior disk displacement in the temporomandibular joint. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 105: 644-648, 2008. 査読有

⑥ Sato-Wakabayashi M, Inoue-Arai MS, Ono T, Honda E, Kurabayashi T, Moriyama K. Combined fMRI and MRI movie in the evaluation of articulation in subjects with and without cleft lip and palate. *Cleft Palate Craniofacial J* 45: 309-314, 2008. 査読有

⑦ Tantanapornkul W, Okouchi K, Fujiwara Y, Yamashiro M, Maruoka Y, Ohbayashi N, Kurabayashi T. A comparative study of cone-beam

computed tomography and conventional panoramic radiography in assessing the topographic relationship between the mandibular canal and impacted third molars. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 103: 253-259, 2007. 査読有

⑧ Inoue MS, Ono T, Honda E, Kurabayashi T. Characteristics of movement of the lips, tongue and velum during a bilabial plosive. a noninvasive study using a magnetic resonance imaging movie. *Angle Orthodontist* 77: 612-618, 2007. 査読有

⑨ Imaizumi A, Yoshino N, Yamada I, Nagumo K, Amagasa T, Omura K, Okada N, Kurabayashi T. A potential pitfall of MR imaging for assessing mandibular invasion of squamous cell carcinoma in the oral cavity. *AJNR Am J Neuroradiol*. 27: 114-122, 2006. 査読有

[学会発表] (計 12 件)

① 佐野 司, 倉林 亨. MR 拡散強調画像による口腔頭頸部病変の質的診断と治療評価. シンポジウム: 口腔頭頸部領域の MR 拡散強調画像. 第 28 回日本画像医学会, 東京, 2009 年 2 月 28 日.

② Kurabayashi T, Asaumi J. CT/MRI of the head and neck. Hands-on workshop. 7th Asian Congress of Oral and Maxillofacial Radiology, Nara, November 22, 2008.

③ Kurabayashi T, Momin MA, Okochi K, Watanabe H, Imaizumi A, Ohbayashi N. Cone-beam CT for assessing mandibular invasion by gingival carcinoma. IADR 86th General Session, Toronto, July 2-5, 2008.

④ 若林みちる, 井上マリステラ小百合, 宮本 順, 誉田栄一, 橋本幸治, 倉林 亨, 小野卓史, 森山啓司. 機能的磁気共鳴画像法を用いた口唇口蓋裂患者における外言語・内言語生成時の脳賦活領域のマッピング. 第 32 回日本口蓋裂学会, 広島, 2008 年 5 月 28-29 日.

⑤ Destine D, Mizutani H, Yoshino N, Rutkunas V, Kurabayashi T, Igarashi Y, Honda E. Influences of fixed metallic abutments on MRI artifacts. IADR 85th

General Session, New Orleans, March 23, 2007.

⑥ Kurabayashi T. Usefulness of dynamic MRI in differentiating benign from malignant salivary gland tumors. 6th Asian Congress of Oral and Maxillofacial Radiology, Special lecture. Bangalore, December 9, 2006.

〔図書〕（計 8 件）

① 倉林 亨, 大林尚人. Chapter 1: CT・3D 画像とは. 初心者のための CT・3D 画像の読影・診断, 根津 浩他監修, クインテッセンス出版, 東京, p.10-15, 2008.

② 倉林 亨, 栗林亜実. 嚢胞および偽嚢胞他. 歯科臨床における画像診断アトラス. P.58-60 他, 日本歯科放射線学会編, 医歯薬出版, 東京, 2008.

③ 倉林 亨, 中村 伸. CT の原理と正常解剖学的指標 他. 第 2 版歯科放射線診断 teaching file, 金田 隆・倉林 亨・佐野 司編, 砂書房, 東京, p.10-19 他, 2007.

④ 倉林 亨, 大林尚人. 画像検査. ドライマウスの臨床, 齊藤一郎監修, 医歯薬出版, 東京, p.95-102, 2007.

⑤ 倉林 亨. 舌下・顎下・頸部の疾患. 歯科放射線学第 4 版. 古本啓一他編, 医歯薬出版, 東京, p248- 257, 2006.

⑥ 吉野教夫, 倉林 亨. 三叉神経痛. 症状から見た歯科エックス線写真読影のポイント. 有地栄一郎他編, クインテッセンス出版, 東京, p128- 129, 2006.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

倉林 亨 (KURABAYASHI TORU)
東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究科・教授
研究者番号：60178093

(2) 研究分担者

吉野 教夫 (YOSHINO NORIO)
東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究科・講師
研究者番号：70220704

(3) 連携研究者

大林 尚人 (OHBAYASHI NAOTO)
東京医科歯科大学・歯学部附属病院・講師
研究者番号：40176988

小村 健 (OMURA KEN)
東京医科歯科大学・大学院医歯学総合研究科・教授
研究者番号：10334434