

## 論文内容の要旨

Optimal MR plaque imaging for cervical carotid artery stenosis in predicting the development of microembolic signals during exposure of carotid arteries in endarterectomy: comparison of 4 T1-weighted imaging techniques

(頚動脈内膜剥離術中の微小塞栓出現の術前予知：MRI プラークイメージングの検討)  
(佐藤由衣子, 小笠原邦昭, 鳴海新介, 佐々木真理, 斎藤あゆみ, 南波孝昌, 小林正和, 吉田研二, 寺山靖夫, 小川彰)

(American Journal of Neuroradiology 平成 28 年 2 月掲載)

### I. 研究目的

頸部内頸動脈狭窄症に対する外科治療である頸動脈内膜剥離術 (carotid endarterectomy: CEA) は脳虚血症状の発症あるいは再発予防として有用であることが証明されている。しかし、CEA の有効性を担保するためには、周術期合併症を抑える必要がある。CEA の周術期合併症として最も頻度が高いのが、頸動脈狭窄部露出操作中の動脈硬化巣からの術中脳塞栓である。また、動脈硬化巣の構成成分が本合併症の出現に関与するとされており、各構成成分を術前診断する方法として 4 種類の T1 強調 MRI プラークイメージング (non-gated spin echo: non-gated SE, cardiac-gated black-blood fast-SE: BB-FSE, magnetization-prepared rapid acquisition with gradient echo: MPRAGE, source image of three-dimensional time-of-flight MR angiography: SI-MRA) が提唱されている。本研究の目的は、これら 4 種類の MRI プラークイメージングの中から、頸部頸動脈狭窄部動脈硬化巣からの術中脳微小塞栓の発生をより高い精度で術前予知し得る方法を決定することにある。

### II. 研究対象ならび方法

術前に 1.5T MRI で non-gated SE, BB-FSE, MPRAGE, SI-MRA の 4 種類の T1 強調 MRI プラークイメージングを撮像し、free software を用いて、それぞれプラークの信号強度と同側胸鎖乳突筋の信号強度から信号強度比を測定した。さらに経頭蓋ドップラー法による術中モニタリングを行い、頸動脈狭窄部露出操作中の動脈硬化巣からの術中微小塞栓を検出した。両者のデータを用い、4 種類の MRI プラークイメージングにおける術中微小塞栓出現の予知能力を、ROC 解析を行い比較した。また、plaque analysis software package を用いて各プラーク成分のカラーマップを作成し、各成分の占める割合と CEA 中脳微小塞栓の発生の関連について検討した。

### Ⅲ. 研究結果

対象症例は91例。このうちTCDで中大脳動脈の信号を捕えた80例で解析を行った。23例(29%)において頸動脈露出操作中に脳微小塞栓が発生した。non-gated SE, MPRAGE, SI-MRAでは、脳微小塞栓発生例で有意に信号強度比は高かったが、BB-FSEでは脳微小塞栓発生の有無で信号強度比に有意差はなかった。ROC解析では、non-gated SEで脳微小塞栓発生の予知精度に有意差を認めた。また、non-gated SEのみで信号強度比が脳微小塞栓の発生数と相関していた。各プラーク成分のカラーマップでは、術中脳微小塞栓の発生には出血と線維の占める割合が関与しており、脂質の割合は関与していなかった。

### Ⅳ. 結 語

4種類のT1強調MRプラークイメージングの中で、non-gated SEがCEAの頸動脈露出操作時における塞栓子の発生を最も高い精度で予知できた。頸動脈露出操作時の塞栓子の発生にはプラーク内の出血成分と線維成分の占拠率が関与すると考えられた。

## 論文審査の結果の要旨

### 論文審査担当者

主査 教授 森野 禎浩 (内科学講座：循環器内科分野)  
副査 教授 佐々木 真理 (超高磁場 MRI 診断・病態研究部門)  
副査 講師 石橋 靖宏 (内科学講座：神経内科・老年化分野)

頚動脈内膜剥離術の周術期合併症として、動脈硬化巣からの術中脳塞栓症が最大の問題である(研究の経緯)。MRIは低侵襲に頚動脈プラークの構成成分の定性・定量評価を可能とし、術中に発生する微小塞栓は経頭蓋ドップラー法で捕捉できる。従って、これら関係を比較することで、手術合併症のハイリスク患者を予測できる可能性がある(研究の作業仮説)。本研究論文は、ドップラーで検出できる微小塞栓をエンドポイントとし、頚動脈MRプラークイメージングにおける4種類のT1強調画像の診断能を比較検討した論文である(研究の方法)。評価が可能な80例の解析によると、微小塞栓は23例(29%)で検出され、ROC解析の比較ではNon cardiac gated spin echo法が最も予測能に優れ、この方法のみ信号強度比と微小塞栓発生数に正相関が見られた。確立した組織定性法を本研究に当てはめると、プラーク構成成分のうち、出血と繊維の占拠率が微小塞栓発生との間に有意な相関を有していた(結果の概略)。本研究解析で有用とされたMR撮像法は、広く一般的に普及し、機器を問わず多施設で施行できる。本論文は内膜剥離術の周術期脳塞栓症を予防する上で、極めて有用かつ、直ぐに臨床応用できる術前診断法を提起した。学位に値する論文である(研究の価値)。

### 試験・試問の結果の要旨

頚動脈内膜剥離術の周術期脳塞栓症を予防できることの意義、頚動脈プラークイメージングの可能性とピットフォール、手法の持つ本質的限界、本研究の臨床的意義、今後の研究の課題について試問を行い、適切な解答を得た。学位に値する学識を有していると考えられる。

### 参考文献

- 1) Postoperative increase in cerebral white matter fractional anisotropy on diffusion tensor magnetic resonance imaging is associated with cognitive improvement after uncomplicated carotid endarterectomy: Tract-based spatial statistics analysis (頚動脈内膜剥離術後の認知機能の改善における拡散テンソル画像: TBSS解析による検討) (佐藤 由依子 他12名と共著)  
Neurosurgery, 73巻, 4号(2013): p592-599
- 2) Preoperative visualization of the marginal tentorial artery as an unusual collateral pathway in a patient with symptomatic bilateral vertebral artery occlusion undergoing arterial bypass surgery: A 7.0-T magnetic resonance imaging study (両側椎骨動脈閉塞に対する血行再建術において、7T MRAが術式の決定に有用であった一例) (佐藤 由依子 他3名と共著)  
Surgical Neurology International, 5巻, 1号(2014): p157-160