

術前 7 Tesla 定量的磁化率マップ (QSM) による OEF 画像を用いた 頸動脈内膜剥離術後過灌流出現の予知

野村順一¹、上野育子²、佐々木真理²、工藤與亮³、山下典夫²、伊藤賢司²、
松本昌泰¹、及川公樹¹、藤原俊朗¹、千田光平¹、寺崎一典⁴、小林正和¹、
吉田研二¹、小笠原邦昭¹

¹岩手医科大学脳神経外科
020-8505 岩手県盛岡市内丸 19-1

²岩手医科大学超高磁場 MRI 診断・病態研究部門
028-3694 岩手県紫波郡矢巾町西徳田 2-1-1

³北海道大学病院放射線診断科
060-0808 北海道札幌市北区北 8 条西 5 丁目

⁴岩手医科大学サイクロトロンセンター
020-0603 岩手県滝沢市留が森 348-58

1 目的

一側大脳半球の血流不全は頸動脈内膜剥離術(CEA)後過灌流の発症に関連している。更に過灌流症候群の主な症候としては、片頭痛様頭痛、一過性痙攣発作、脳内出血があり、脳内出血を発症した際の予後は不良である。この過灌流の臨床的意義から、その予測は重要である。最近開発された 7T MR 高解像度磁化率イメージングから得られる QSM (quantitative susceptibility mapping) から作成された OEF 画像は、PET 上での OEF 画像と相関する。本研究では、この術前 OEF 画像が CEA 後過灌流症例を検出できるかどうかを目的とした。

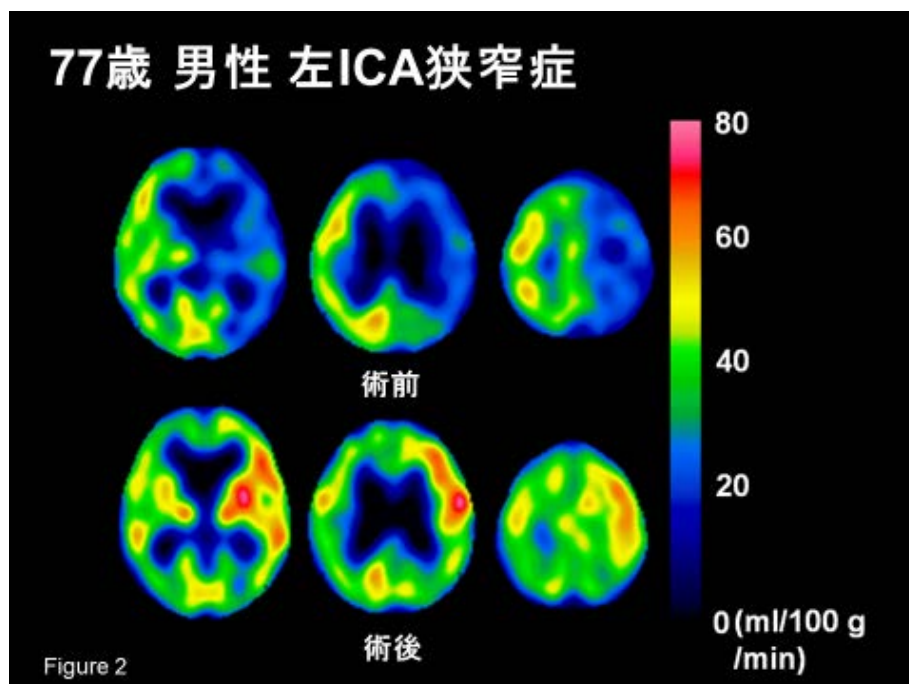
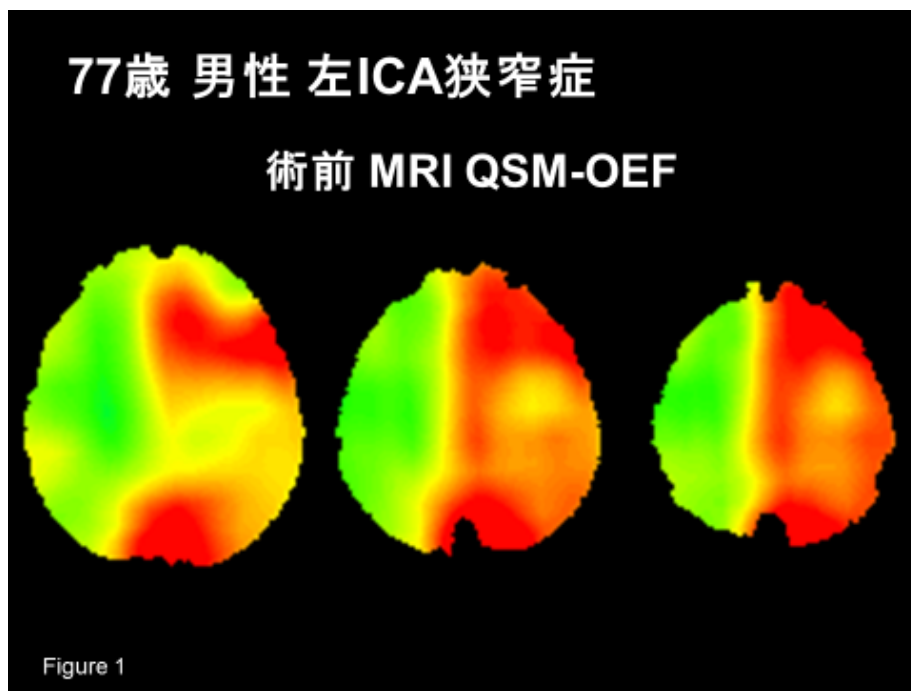
2 研究対象及び方法

一側性内頸動脈狭窄症 (70%以上) 77 例に対し、CEA 前に 7T MRI にて 3 次元の T2* を撮影した。得られた画像に各種解析プログラムを適応し、QSM 画像から OEF マップを作成した。また、CEA 術前と術直後に脳血流 SPECT を施行し、術後過灌流 (患側脳血流量/健側脳血流量 ≥ 2) の有無を判定した。3D-SRT を用いて両側の中大脳動脈領域に関心領域を置き、QSM-OEF 画像の患側/健側比を算出した。QSM-OEF の患側/健側比と術後過灌流との関連を統計学的に検討した。

3 研究結果

77 症例の内、10 例 (13%) で術後過灌流(SPECT における術後の脳血流量が術前の脳血流量と比較し 2 倍以上)を認めた。代表症例を Figure1 に示す。この症例は左内頸動脈狭窄症で、術前の QSM-OEF 画像では患側の OEF が上昇している事が分かる。この症例の術前後の脳血流 SPECT(Figure2)では、術後患側で脳血流が著名に増加しており、過灌流を呈している事が分かった。

更に過灌流発生に対する因子の多変量解析では、QSM-OEF の高い患側/健側比のみが CEA 後過灌流の発生に関与していた(P=0.0019)。QSM-OEF 比と過灌流の有無との関係を示したグラフを Table1 に示す。点線が示すのは ROC 解析により求められた cut-off 値であり、これをもとに計算された CEA 後過灌流の発症の予知に対する QSM-OEF の患側/健側比の感度、特異度、陽性予測率、陰性予測率はそれぞれ 90%、84%、45%、98%(cut-off=1.116)であった。



QSM-OEF比と過灌流の有無の関係

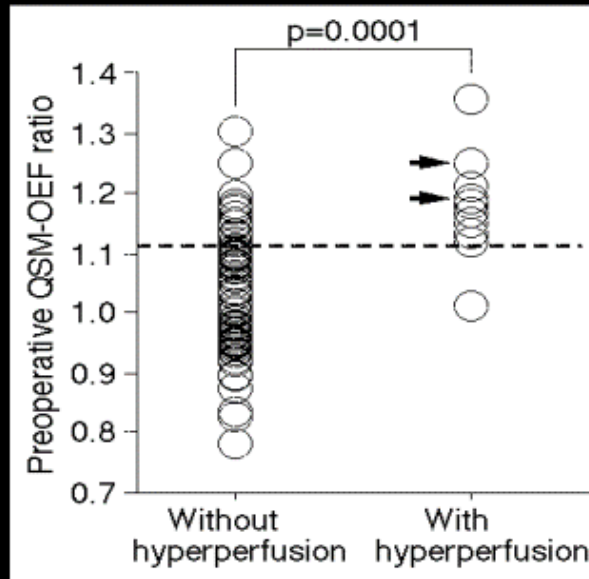


Table 1

4 結語

術前の 7T MRI による QSM より作成された OEF 画像は、CEA 後過灌流のリスクにある患者を検出することができる。

Preoperative cerebral oxygen extraction fraction imaging generated from 7-tesla magnetic resonance quantitative susceptibility mapping predicts development of cerebral hyperperfusion following carotid endarterectomy

Jun-ichi Nomura¹, Ikuko Uwano², Makoto Sasaki², Kohsuke Kudo², Fumio Yamashita², Kenji Ito², Yoshiyasu Matsumoto¹, Kohki Oikawa¹, Kohei Chida¹, Kazunori Terasaki³, Masakazu Kobayashi¹, Kenji Yoshida¹ and Kuniaki Ogasawara¹

¹Department of Neurosurgery, Iwate Medical University
19-1 Uchimaru, Morioka, Iwate 020-8505, Japan

²Division of Ultrahigh Field MRI, Institute for Biomedical Sciences, Iwate Medical University
2-1-1 Nishitokuda, Yahaba, Iwate 028-3694, Japan

³Cyclotron Research Center, Iwate Medical University
348-58 Tomegamori, Takizawa, Iwate 020-0603, Japan

Abstract

BACKGROUND AND PURPOSE: Preoperative hemodynamic impairment in the affected cerebral hemisphere is associated with the development of cerebral hyperperfusion following carotid endarterectomy (CEA). Cerebral oxygen extraction fraction (OEF) images generated from 7T magnetic resonance (MR) quantitative susceptibility mapping (QSM) correlate with OEF images on positron emission tomography. The present study aimed to determine whether preoperative OEF imaging generated from 7T MR QSM could identify patients at risk for cerebral hyperperfusion following CEA.

METHODS: Seventy-seven patients with unilateral internal carotid artery stenosis ($\geq 70\%$) underwent preoperative three-dimensional T2*-weighted imaging using a multiple dipole-inversion algorithm with a 7T MR imager. QSM images were then obtained, and OEF maps were generated. Quantitative brain perfusion single-photon emission computed tomography (SPECT) was also performed before and immediately after CEA. Regions of interest (ROIs) were automatically placed in the bilateral middle cerebral artery territories using a three-dimensional stereotaxic ROI template, and affected-to-contralateral ratios in the ROIs were calculated on QSM-OEF images.

RESULTS: Ten patients (13%) showed post-CEA hyperperfusion (cerebral blood flow increase $\geq 100\%$ compared with preoperative values in the ROIs on brain perfusion SPECT). Multivariate analysis showed that a high QSM-OEF ratio was significantly associated with the development of post-CEA hyperperfusion (95% confidence interval (CI), 33.5 to 249.7; $p=0.0019$). Sensitivity, specificity, and positive- and negative-predictive values of the QSM-OEF ratio for the prediction of the development of post-CEA hyperperfusion were 90%, 84%, 45%, and 98%, respectively.

CONCLUSION: Preoperative OEF imaging generated from 7T MR QSM identifies patients at risk for cerebral hyperperfusion following CEA.