

授与番号	甲第 1836 号
------	-----------

論文内容の要旨

Quantitative assessment of susceptibility artifacts produced by titanium alloy cerebral aneurysm clips on 7 tesla magnetic resonance images

(7 Tesla MRI におけるチタン製脳動脈瘤クリップのアーチファクトの定量的評価)
(筒井章太, 松田豪, 武田航太, 佐々木真理, 藤本健太郎, 柳原普, 幸治孝裕, 久保慶高,
小笠原邦昭)
(岩手医学雑誌 73 巻, 5 号, 2021 年 12 月掲載予定)

I. 研究目的

近年, 臨床における超高磁場 7T MRI の有用性が報告されており, 現在は研究機であるが, 将来臨床機になる可能性が高い. 7T MRI で脳動脈瘤クリップを留置した被験者を撮像する機会も想定されるが, 脳動脈瘤クリップは MRI 上で磁化率アーチファクトを引き起こし, しばし画像診断を困難にする. 本研究では, 米国材料試験協会のアーチファクト試験の規格に基づき, 7T においてチタン製脳動脈瘤クリップの磁化率アーチファクトの大きさをファントム実験にて定量化した.

II. 研究対象ならび方法

対象は 5 種類 (Straight, Straight long, Fenestrated, L-shaped, 45° Angled) のチタン製脳動脈瘤クリップとした. 7T MRI において, 3D T2-weighted (T2W) fast spin echo (FSE) imaging, 2D diffusion-weighted imaging (DWI) acquired with spin-echo (SE) echo-planar imaging (EPI), 3D T1-weighted (T1W) imaging with spoiled gradient recalled acquisition in the steady state (SPGR) technique, 3D T2*-weighted (T2*W) with SPGR imaging, 3D zero time-of-echo (ZTE) imaging の計 5 種のシーケンスを用いて, 脳動脈瘤クリップを静磁場方向に対して長軸・短軸それぞれに配置して撮像した. 得られた画像より, アーチファクト最大距離とアーチファクト容積を算出し, アーチファクトの大きさを検討した.

Ⅲ. 研究結果

撮像シーケンス別に検討すると, 全クリップでアーチファクトの最大径, アーチファクト容積ともに, 3D ZTE < 3D T2W FSE < 3D T1W SPGR < 3D T2*W SPGR << 2D DWI with SE-EPI の順に大きかった. 脳動脈瘤クリップの形状でアーチファクトを検討すると, 全てのクリップで, クリップ端にアーチファクトが大きく出現していた. また, 有窓クリップでは有窓部に, 彎曲クリップでは彎曲部にもアーチファクトが大きく出現していた.

Ⅳ. 結 語

7T MRI においては, 脳動脈瘤クリップのアーチファクトは ZTE で最も小さく, DWI で最も大きい. アーチファクトは, クリップ端, 有窓部, 彎曲部に大きく出現した.

論文審査の結果の要旨

論文審査担当者

主査 教授 板橋 亮 (内科学講座神経内科・老年科学分野)
副査 教授 久保 慶高 (脳神経外科学講座)
副査 教授 田中 良一 (口腔顔面再建学講座歯科放射線学分野)

脳動脈瘤クリップはMRIで磁化率アーチファクトを引き起こししばしば画像診断を困難にする。一方、臨床における超高磁場 7T MRI の有用性が報告されており、将来的には 7T MRI で脳動脈瘤クリップを留置した被験者を撮像する機会も想定されるが、磁化率効果が顕著となる 7T MRI において脳動脈瘤クリップのアーチファクトの大きさを定量化した報告はない。本研究では 7T においてチタン製脳動脈瘤クリップの磁化率アーチファクトの大きさをファントム実験にて定量化した。5種類のクリップ (Straight, Straight long, Fenestrated, L-shaped, 45° angled) のチタン製クリップを対象とし、5種類のシークエンスを用いて静磁場方向に対して長軸および短軸それぞれにおいて撮像し、アーチファクト最大距離とアーチファクト容積を算出した。結果は、全クリップにおいて、アーチファクトの最大径および容積ともに、3D ZTE<3D T2W FSE<3D T1W SPGR<3D T2*WSPGR<<2D DWI with SE-EPI の順に大きかった。クリップ形状においては、クリップ端にアーチファクトが大きく出現し、有窓部や彎曲部にもアーチファクトが大きく出現していた。

7T MRI における脳動脈瘤アーチファクトを初めて検討した研究であり、かつ将来の臨床応用を想定し、種々のクリップ形状やシークエンスに関して検討している点が特徴的な研究である。学位に値する論文と考えられた。

試験・試問の結果の要旨

MRI 撮像の方法、結果の解釈、および今後の臨床応用等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た。また、学位論文の作成にあたって、倫理的配慮も適正であり、剽窃・盗作等の研究不正は無いことを確認した。

参考論文

- 1) Preoperative Brain Temperature Imaging on Proton Magnetic Resonance Spectroscopy Predicts Hemispheric Ischemia During Carotid Endarterectomy for Unilateral Carotid Stenosis With Inadequate Collateral Blood Flow (MRS を用いた脳温画像は片側性頸動脈狭窄症に対する CEA 術中の半球虚血を予知する) (筒井章太, 他 9 名と共著) Neurological Research, 40 巻, 8 号 (2018) : p617-623.
- 2) Preoperatively reduced cerebrovascular contractile reactivity to hypocapnia by hyperventilation is associated with cerebral hyperperfusion syndrome after arterial bypass surgery for adult patients with cerebral misery perfusion due to ischemic moyamoya disease (術前の過換気負荷による低炭酸ガス血症に対する血管収縮能低下は成人虚血性もやもや病に対するバイパス術後の過灌流に関連している) (佐藤慎平, 他 12 名と共著). Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism, 38 巻, 6 号 (2018) : p1021-1031.