

令和 2 年 5 月 18 日現在

機関番号：14101

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2016～2019

課題番号：16K10315

研究課題名（和文）高解像度3次元血管壁MRIによる頸部頸動脈プラークの定量法の開発

研究課題名（英文）Development of the method for cervical carotid plaque volume using high-resolution 3D vessel wall MRI

研究代表者

前田 正幸（Maeda, Masayuki）

三重大学・医学系研究科・教授

研究者番号：70219278

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,600,000円

研究成果の概要（和文）：頸部頸動脈狭窄症では動脈硬化性プラークの評価が脳梗塞との関連において重要とされている。本研究の目的は、独自に開発した高解像度3次元血管壁MRIとプラーク容積の自動計測ソフトウェアを用いることにより、頸部頸動脈高信号プラーク（不安定プラーク）の容積定量化方法を確立することである。新しく開発した方法が、頸部頸動脈狭窄症の高信号プラーク診断において十分に高い診断精度を有し、治療効果判定のためのツールとなり得るかを検討した。今回我々の開発した3次元プラークMRI撮像法とプラーク容積計測ソフトウェアを使うことにより、頸部頸動脈の高信号プラークの容積を短時間で正確に計測可能であることが証明された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

世界的に見て日本はMRIの保有率が高く、また検査数も多い。したがって、頸部頸動脈狭窄症を評価する診断方法としてMRIの持つ診断ポテンシャルを活用することは理にかなっている。本研究により開発された高分解能3次元血管壁MRIとプラーク容積計測ソフトウェアは、不安定プラークとされる高信号プラークの容積評価において優れた診断精度を示した。臨床的に脳梗塞と強い関連があると考えられている高信号プラークの容積を簡便で正確に計測できるメリットは、内科的介入による治療効果の判定の際に有用であると考えられた。

研究成果の概要（英文）：In cervical carotid artery stenosis, plaque evaluation is considered to be important in relation to the incidence of cerebral infarction. The purpose of this study was to establish the quantitative method for the high signal plaque volume of cervical carotid arteries using high-resolution 3D vessel wall MRI and semi-automated software for MRI segmentation and volume quantification of high signal plaques. We investigated whether this method shows significant diagnostic accuracy for the assessment of high signal plaques in patients with cervical carotid artery stenosis. This study showed that the method enabled to accurately measure high signal plaque volume.

研究分野：放射線診断学

キーワード：MRI 頸部頸動脈狭窄 不安定プラーク ソフトウェア 容積計測

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

頸部頸動脈狭窄症では血管の狭窄率に加えて、動脈硬化性プラークの評価が脳梗塞との関連において重要とされている。しかしながら、広く用いられている超音波検査では高度の石灰化を有するプラークや頸動脈高位分岐症例でプラークの評価が困難であり、またプラークの組織性状評価においても限界がある。CT によるプラーク評価では、被曝の問題のほか、造影剤を使う必要があるため、非侵襲的な検査とは言えない。一方、MRI によるプラーク評価は超音波と CT の問題点を解決するが、従来の 2 次元 MRI では撮影時間が長く、また限られた範囲の撮影しかできないためにプラークを正確に定量化できない欠点があった。今回の研究では可変フリップ角 3 次元 T1 強調像に血流信号抑制法を組み合わせた独自の 3 次元血管壁 MRI を採用した。本法を用いることで広範囲の等方性容積画像を短時間に撮影可能となり、プラーク全体を評価可能となる。また、今回開発した計測ソフトウェアを用いることで、特に不安定プラークと考えられている高信号プラークの容積評価を正確で簡便に行うことが可能になると考えた。

2. 研究の目的

本研究の目的は 3 テスラ MR 装置にて独自に開発した高解像度 3 次元血管壁 MRI とプラーク容積の自動計測ソフトウェアを用いることにより、頸動脈高信号プラークの容積定量化を確立することである。新しく開発した方法が、頸部頸動脈狭窄症のプラーク診断において十分に高い診断精度を有し、治療効果判定のためのツールとなり得るかを検討する。

3. 研究の方法

- (1) 頸部頸動脈狭窄症を対象として 3 次元血管壁 MRI 撮像法を開発し、そのパラメータの最適化を行う。今回採用した撮像法はターボスピンエコー (TSE) 法を用いた 3 次元 T1 強調像である。従来のターボフィールドエコー (TFE) 法との血流アーチファクトの違いに対して検討した。
- (2) プラーク容積計測ソフトウェアを開発する。計測する対象となるプラークについては、プラーク/筋肉比 > 1.5 の高信号プラークの抽出となる。
- (3) 3 次元血管壁 MRI と定量解析ソフトウェアを利用して、頸部頸動脈狭窄症の患者の高信号プラークの容積を計測する。その得られたデータに妥当性があるかどうかを、手動でプラークの容積を計測し、定量解析ソフトウェアの値と比較する。
- (4) 定量解析ソフトウェアが、プラーク内に信号の違い (高信号、等信号、低信号) がある場合、高信号プラークのみの計測であるかを定量値および視覚的に評価する。

4. 研究成果

(1) 高分解能 3 次元血管壁 MRI

TSE 法では血流アーチファクトが抑制され、視覚的に頸動脈プラークと血管内腔の境界が明瞭となった (図 1)。また、視覚的評価により TSE 法のほうが、TFE 法と比べて有意にその境界の描出に優れていることが証明された (図 2)。このことにより、開発した血管壁 MRI はプラーク容積評価に適していることが証明された。

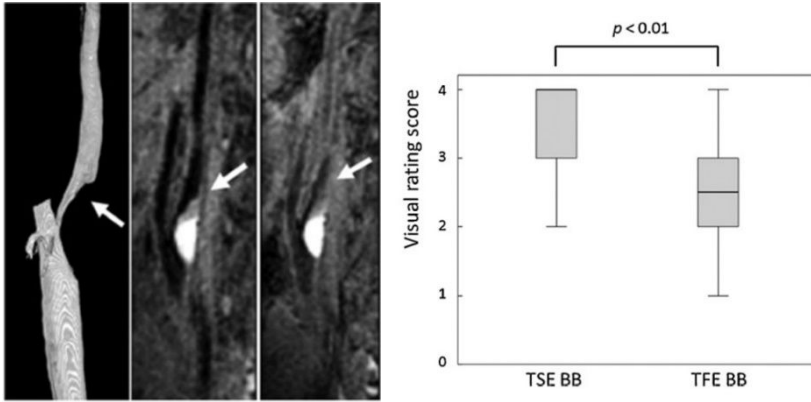


図1 頸部頸動脈狭窄における TSE 法 T1 血管壁 MRI と TFE 法 T1 血管壁 MRI の比較
 血管造影での狭窄部がプラークである（左→）。TSE 法ではプラークの境界が明瞭である（中央→）。一方、従来法である TFE 法では血流アーチファクトにより境界は不明瞭である（右→）。
 図2 TSE 法と TFE 法の視覚評価では TSE 法のほうが、有意にスコアが高い（ $p < 0.01$ ）。

(2) プラーク自動計測ソフトの開発

ソフトウェアは分担研究者の中山により開発された。その原理について図3に示した。

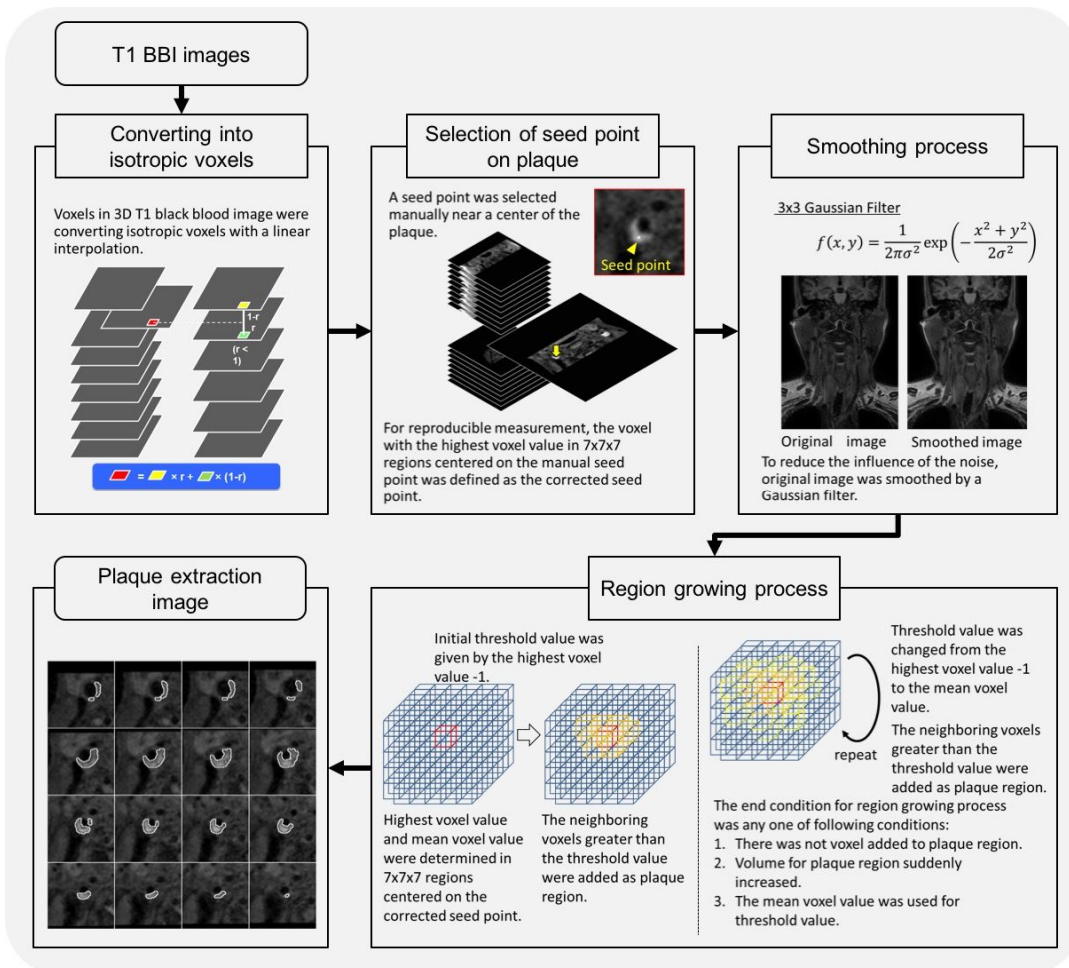


図3 このソフトウェアを使うことで、高信号プラークのみが自動的に抽出され、その容積が計測される。

(3) 頸部頸動脈狭窄臨床例におけるプラーク自動計測ソフトウェアの応用

TSE 法による 3 次元血管壁 MRI により撮像した頸動脈プラークの画像から、計測ソフトウェアを使いプラークの容積を計測した。対象はすべて高信号プラークとした(プラーク/筋肉比 >1.5)。また、手動で計測した容積をゴールドスタンダードとした。ソフトウェアにより計測されたプラーク容積は計測者内 (intra-rater) 計測者間 (inter-rater) とともに高い信頼性を示した (図 4)。また、手動により計測した容積との比較ではその結果に高い妥当性を得た (図 5)。ソフトウェアによるプラークの計測は手動によるプラークの計測と比較して有意な計測時間の短縮を示した ($p<0.01$) (図 6)。以上の結果から開発した計測ソフトウェアは、高信号プラーク容積計測で高い信頼性と妥当性を持ち、また計測にかかる時間の有意な短縮をもたらすため臨床の場において有用なツールとなることが証明された。

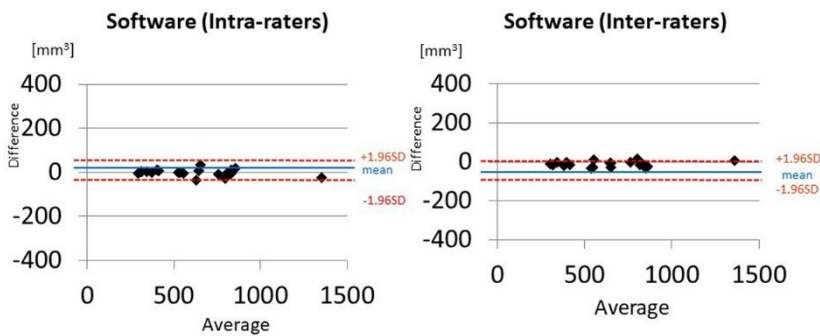


図 4 ソフトウェアにより計測したプラーク容積は計測者内、計測者間ともに高い信頼性を示している。

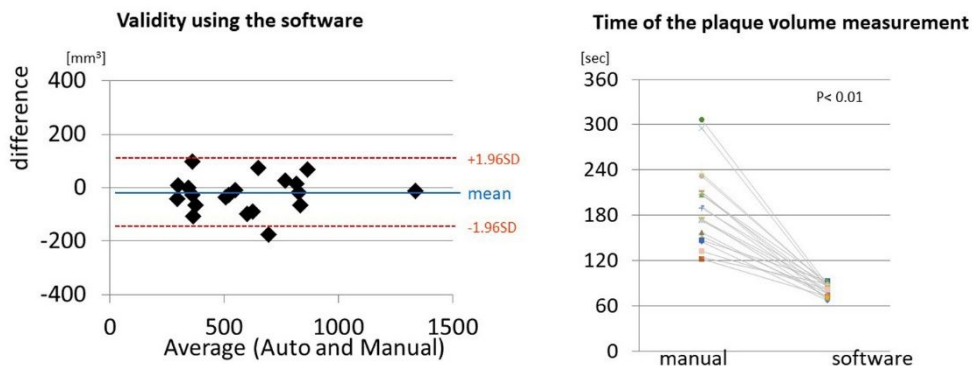


図 5 ソフトウェアによる計測値は手動による計測値との間で高い妥当性を示した。

図 6 ソフトウェアによるプラーク容積計測は手動による計測と比較して、計測時間の有意な短縮を認めた ($p<0.01$)。

(4) 信号強度の混在するプラークにおけるプラーク容積の計測

今回開発したソフトウェアは、高信号プラーク (筋肉との信号比 >1.5) に関しプラークの容積を高い信頼性で計測可能であることが証明された。しかしながら、実際のプラークにおいては筋肉と等信号や低信号のプラークを混在する場合もある。このような例において、ソフトウェアでの計測と手動による計測値と違いが生じるのか、またソフトウェアは高信号プラークのみを計測しているのかを検証する必要がある。

高信号と等信号の混在する頸動脈プラーク症例で検討した。プラークの容積計測値はいずれも

ソフトウェアによる計測値が低く評価された(図7)。

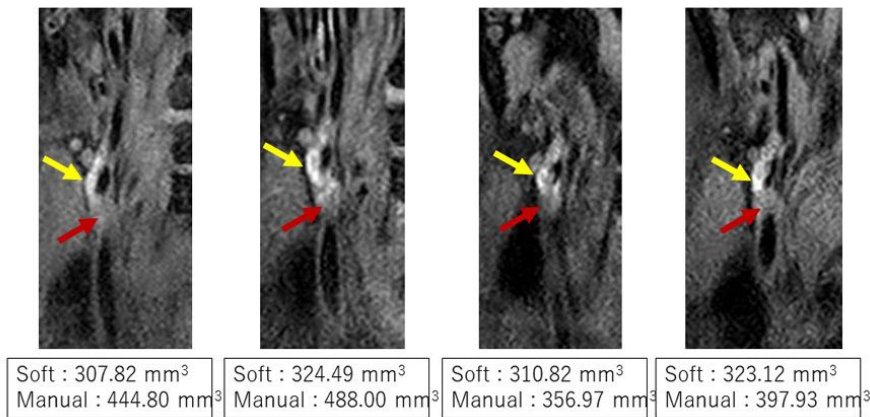


図7 いずれのプラーク症例においても手動での計測に比し、ソフトウェアによる計測ではプラーク容積は低い値を示した。

また、ソフトウェアによる計測領域は信号比 > 1.5 のプラーク領域であることが分かった(図8)。

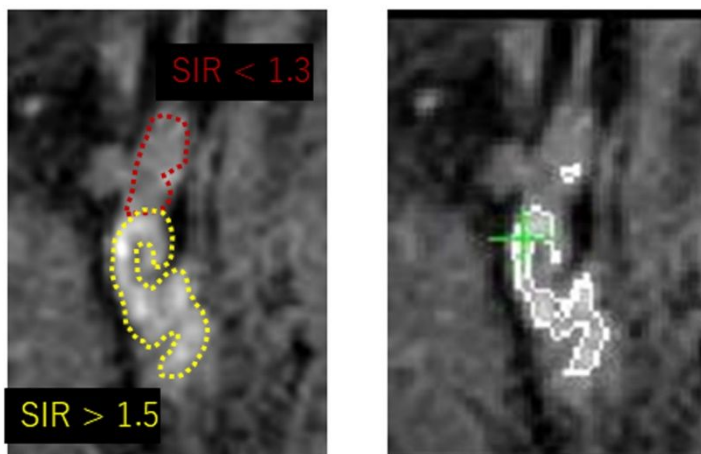


図8 プラーク内に信号比 > 1.5 の高信号領域と信号比 < 1.3 の等信号が混在する場合(A) 高信号領域のみが計測された(B)。

結論

今回我々の開発した3次元血管壁MRI撮像法とプラーク容積計測ソフトウェアを使うことにより、頸部頸動脈の高信号プラークの容積を短時間で正確に計測可能であることが証明された。実際のプラークでは高信号プラークだけでなく、等信号や低信号のプラークも混在しているため、これらを含めたトータルのプラーク容積を計測することはできないが、臨床的に脳梗塞と強い関連があると考えられている高信号プラーク(不安定プラーク)の容積を簡便で正確に計測できるメリットは、内科的介入による治療効果の判定の際に有用であると考えられた。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 15件／うち国際共著 15件／うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Ishikawa Hidehiro, Ii Yuichiro, Shindo Akihiro, Tabei Ken-ichi, Umino Maki, Ito Ai Ogawa, Matsuura Keita, Taniguchi Akira, Matsuyama Hirofumi, Niwa Atsushi, Ogura Toru, Yoshimaru Kimiko, Satoh Masayuki, Maeda Masayuki, Tomimoto Hidekazu	4. 巻 51
2. 論文標題 Cortical Microinfarcts Detected by 3-Tesla Magnetic Resonance Imaging	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Stroke	6. 最初と最後の頁 1010～1013
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1161/STROKEAHA.119.028202	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 該当する
1. 著者名 Matsuura Keita, Maeda Masayuki, Satoh Masayuki, Tabei Ken-ichi, Araki Tomohiro, Umino Maki, Kajikawa Hiroyuki, Nakamura Naoko, Tomimoto Hidekazu	4. 巻 10
2. 論文標題 Low Pulvinar Intensity in Susceptibility-Weighted Imaging May Suggest Cognitive Worsening After Deep Brain Stimulation Therapy in Patients With Parkinson's Disease	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Frontiers in Neurology	6. 最初と最後の頁 1158
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3389/fneur.2019.01158	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する
1. 著者名 Kogue R, Maeda M, Umino M, Tsuchiya K, Sakuma H.	4. 巻 61
2. 論文標題 Evaluation of a high-signal lesion posterior to the intracranial vertebral artery using 3D balanced fast-field echo imaging.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Neuroradiology	6. 最初と最後の頁 1199～1202
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s00234-019-02270-5	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 該当する
1. 著者名 Ogawa. Ito Ai, Shindo Akihiro, Ii Yuichiro, Matsuura Keita, Tabei Ken-ichi, Maeda Masayuki, Umino Maki, Suzuki Yume, Shiba Masato, Toma Naoki, Suzuki Hidenori, Tomimoto Hidekazu	4. 巻 9
2. 論文標題 Microbleeds after Carotid Artery Stenting: Small Embolism May Induce Cerebral Microbleeds	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Cerebrovascular Diseases Extra	6. 最初と最後の頁 57～65
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1159/000500112	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

1. 著者名 Tanaka Fumine, Matsukawa Megumi, Kogue Ryota, Umino Maki, Maeda Masayuki, Uchida Katsunori, Imai Hiroshi, Matsubara Toshio, Sakuma Hajime	4. 巻 14
2. 論文標題 A case of a rosette-forming glioneuronal tumor arising from the pons with disappearance of contrast enhancement	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Radiology Case Reports	6. 最初と最後の頁 899 ~ 902
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.radcr.2019.05.011	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Ishikawa Hidehiro, Shindo Akihiro, Ii Yuichiro, Sakano Shoko, Asahi Masaru, Matsuura Keita, Kishida Dai, Umino Maki, Maeda Masayuki, Tomimoto Hidekazu	4. 巻 6
2. 論文標題 Vertebral artery dissection associated with familial Mediterranean fever and Behcet's disease	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Annals of Clinical and Translational Neurology	6. 最初と最後の頁 974 ~ 978
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/acn3.773	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Ii Yuichiro, Maeda Masayuki, Ishikawa Hidehiro, Ito Ai, Matsuo Ko, Umino Maki, Shindo Akihiro, Kida Hiroataka, Satoh Masayuki, Niwa Atsushi, Taniguchi Akira, Tomimoto Hidekazu	4. 巻 266
2. 論文標題 Cortical microinfarcts in patients with multiple lobar microbleeds on 3T MRI	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Neurology	6. 最初と最後の頁 1887 ~ 1896
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00415-019-09350-9	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 該当する

1. 著者名 Kogue Ryota, Maeda Masayuki, Umino Maki, Tsuchiya Kazuhiro, Sakuma Hajime	4. 巻 60
2. 論文標題 Small high-signal lesions posterior to the intracranial vertebral artery incidentally identified by 3D FLAIR: retrospective study of 127 patients	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Neuroradiology	6. 最初と最後の頁 591 ~ 597
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s00234-018-2027-z	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 該当する

1. 著者名 Umino Maki, Maeda Masayuki, Ii Yuichiro, Tomimoto Hidekazu, Sakuma Hajime	4. 巻 46
2. 論文標題 3D double inversion recovery MR imaging: Clinical applications and usefulness in a wide spectrum of central nervous system diseases	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Neuroradiology	6. 最初と最後の頁 107 ~ 116
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.neurad.2018.06.002	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 該当する

1. 著者名 Yuh WT, Alexander MD, Ueda T, Maeda M, Taoka T, Yamada K, Beauchamp NJ.	4. 巻 208
2. 論文標題 Revisiting Current Golden Rules in Managing Acute Ischemic Stroke: Evaluation of New Strategies to Further Improve Treatment Selection and Outcome.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 AJR Am J Roentgenol	6. 最初と最後の頁 32-41
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2214/AJR.16.16557	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 該当する

1. 著者名 Niwa A, Ii Y, Shindo A, Matsuo K, Ishikawa H, Taniguchi A, Takase S, Maeda M, Sakuma H, Akatsu H, Hashizume Y, Tomimoto H.	4. 巻 59
2. 論文標題 Comparative Analysis of Cortical Microinfarcts and Microbleeds using 3.0-Tesla Postmortem Magnetic Resonance Images and Histopathology.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 J Alzheimers Dis.	6. 最初と最後の頁 951-959
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3233/JAD-161242	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 該当する

1. 著者名 Matsuyama H, Ii Y, Maeda M, Umino M, Ueda Y, Tabei KI, Kida H, Satoh M, Shindo A, Taniguchi A, Takahashi R, Tomimoto H.	4. 巻 7
2. 論文標題 Background and distribution of lobar microbleeds in cognitive dysfunction.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Brain Behav	6. 最初と最後の頁 e00856.
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/brb3.856	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 該当する

1. 著者名 Tanaka F, Kogue R, Maeda M, Umino M, Nakai Y, Takeshita A, Sakuma H.	4. 巻 13
2. 論文標題 Ipilimumab-induced hypophysitis involving the optic tracts and tuber cinereum evaluated using 3D fluid-attenuated inversion recovery.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Radiol Case Rep	6. 最初と最後の頁 261-264
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.radcr.2017.11.007	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Matsushita F, Kida H, Tabei KI, Nakano C, Matsuura K, Ii Y, Sasaki R, Taniguchi A, Narita Y, Maeda M, Satoh M, Tomimoto H.	4. 巻 8
2. 論文標題 Clinical significance of cortical lesions in patients with multiple sclerosis: A neuropsychological and neuroimaging study.	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Brain Behav	6. 最初と最後の頁 e00934
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/brb3.934	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 該当する

1. 著者名 Inoue K, Maeda M, Umino M, Takase S, Yamahata T, Sakuma H.	4. 巻 85
2. 論文標題 Cervical carotid plaque evaluation using 3D T1-weighted black-blood magnetic resonance imaging: Comparison of turbo field-echo and turbo spin-echo sequences.	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 Eur J Radiol.	6. 最初と最後の頁 1035-9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.ejrad.2016.03.007.	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 該当する

〔学会発表〕 計13件(うち招待講演 2件/うち国際学会 8件)

1. 発表者名 Umino M, Maeda M, Inoue K, Nakayama R, Nomoto Y, Sakuma H.
2. 発表標題 Pseudo-Continuous Arterial Spin Labeling: Clinical Application and Usefulness for Head and Neck Entities
3. 学会等名 第77回日本医学放射線学会総会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Isoshima S, Inoue K, Yamashita T, Takase S, Suwa T, Obara M, Umino M, Maeda M.
2. 発表標題 Comparison of compressed SENSE and SENSE in quantitative susceptibility mapping (QSM)
3. 学会等名 第46回日本磁気共鳴医学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kogue R, Maeda M, Umino M, Kishi S, Tanaka F, Tsuchiya K, Sakuma H.
2. 発表標題 Evaluation of intradural ecchordosis physaliphora with 3D FLAIR
3. 学会等名 第48回日本神経放射線学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Umino M, Nakayama R, Inoue K, Kogue R, Maeda M, Sakuma H.
2. 発表標題 Pseudocontinuous Arterial Spin Labeling: Clinical Applications and Usefulness in the Evaluation of Head and Neck Lesions
3. 学会等名 56th Annual Meeting of American Society of Neuroradiology (ASNR) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Kogue R, Maeda M, Umino M, Tsuchiya K, Sakuma H.
2. 発表標題 Small high signal lesions adjacent to the intracranial vertebral artery incidentally identified by 3D FLAIR: analysis of 150 patients
3. 学会等名 56th Annual Meeting of American Society of Neuroradiology (ASNR) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1 . 発表者名 Umino M, Maeda M, Inoue K, Nakayama R, Nomoto Y, Sakuma H.
2 . 発表標題 Pseudocontinuous Arterial Spin Labeling: Clinical Applications and Usefulness in Head and Neck Entities
3 . 学会等名 104th Scientific Assembly and Annual Meeting of the Radiological Society of North America (RSNA) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Kogue R, Maeda M, Umino M, Tsuchiya K, Sakuma H.
2 . 発表標題 Small high-signal lesion posterior to the intracranial vertebral artery incidentally identified by 3D FLAIR: Analysis of the relationship to the spinal accessory nerve by 3D balanced fast field echo MR imaging
3 . 学会等名 104th Scientific Assembly and Annual Meeting of the Radiological Society of North America (RSNA) (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Shiho Isoshima, Masayuki Maeda, Katsuhiko Inoue, Ryohei Nakayama, Shinichi Takase, Tsunehiro Yamahata, Hajime Sakuma
2 . 発表標題 Evaluation of cervical carotid-plaque volume using 3D T1 black-blood MRI: comparison between manual and automated measurements
3 . 学会等名 ISMRM 25th Annual Meeting & Exhibition (国際学会)
4 . 発表年 2017年

1 . 発表者名 Katsuhiko Inoue, Shiho Isoshima, Ryohei Nakayama , Maki Umino, Shinichi Takase, Tsunehiro Yamahata, Masayuki Maeda
2 . 発表標題 Evaluation of longitudinal high signal plaque volumes of cervical carotid artery using 3D T1-weighted black-blood imaging: comparison of manual and automated software measurements
3 . 学会等名 日本磁気共鳴学会
4 . 発表年 2017年

1. 発表者名 Masayuki Maeda, Shiho Isoshima, Katsuhiro Inoue, Ryohei Nakayama, Maki Umino, Hajime Sakuma
2. 発表標題 Cervical carotid-plaque volume using 3D T1 black-blood MRI: comparison between manual and automated measurements
3. 学会等名 The World Congress of Neuroradiology (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Isoshima S, Inoue K, Nakayama R, Takase S, Yamahata T, Maeda M
2. 発表標題 Evaluation of cervical carotid plaque volume using 3D T1-VISTA: Comparison of manual measurement and automatic measurement by the in-house software
3. 学会等名 日本磁気共鳴医学会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Maeda M
2. 発表標題 Clinical application of 3D T1-weighted black-blood MRI in head and neck arterial lesions
3. 学会等名 American Society of Neuroradiology (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Maeda M
2. 発表標題 Clinical applications of 3D T1-weighted black-blood MRI in head and neck arterial lesions
3. 学会等名 Japan-Korea-Taiwan Workshop Frontiers in Neuroimaging (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計6件

1. 著者名 吉浦敬、梅尾理、東美菜子、森谷聡男、増本智彦、田中史根、前田正幸、上谷浩之、井手口怜子、中條正典ほか	4. 発行年 2019年
2. 出版社 学研メディカル秀潤社	5. 総ページ数 120
3. 書名 画像診断2020年1月号 Vol.40 No.1	
1. 著者名 明石敏昭、三須建郎、前田正幸、向井宏樹、石井仁也、横田元ほか	4. 発行年 2019年
2. 出版社 学研メディカル秀潤社	5. 総ページ数 120
3. 書名 画像診断2019年3月号 Vol.39 No.3	
1. 著者名 山下康行、金田隆、中山秀樹、平井俊範、生嶋一朗、前田正幸ほか	4. 発行年 2017年
2. 出版社 学研メディカル秀潤社	5. 総ページ数 368
3. 書名 知っておきたい顎・歯・口腔の画像診断	
1. 著者名 青木茂樹、大場洋、海野真記、前田正幸ほか	4. 発行年 2018年
2. 出版社 学研メディカル秀潤社	5. 総ページ数 244
3. 書名 画像診断2018年3月増刊号 (Vol.38 No.4) 頭部の鑑別診断のポイント	

1. 著者名 三木幸雄、佐藤典子、前田正幸ほか	4. 発行年 2017年
2. 出版社 Medical View	5. 総ページ数 243
3. 書名 下垂体の画像診断	

1. 著者名 村山貞之、楯靖、山下康行、平井俊範、前田正幸ほか	4. 発行年 2016年
2. 出版社 金原出版	5. 総ページ数 582
3. 書名 画像診断ガイドライン 2016年版	

〔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
研究分担者	中山 良平 (Nakayama Ryohei) (20402688)	立命館大学・理工学部・准教授 (34315)	
研究協力者	井上 勝博 (Inoue Katsuhiko)		
研究協力者	小原 真 (Obara Makoto)		

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
連携 研究者	海野 真記 (Umino Maki) (30649059)	三重大学・放射線科・助教 (14101)	