

令和 4 年 5 月 16 日現在

機関番号：14101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2021

課題番号：16K10314

研究課題名(和文) 機能的MR撮影法による頭頸部腫瘍の診断と早期治療効果判定の検討

研究課題名(英文) Pseudo-Continuous Arterial Spin Labeling: Clinical Application and Usefulness for Head and Neck Tumors

研究代表者

海野 真記 (Umino, Maki)

三重大学・医学部附属病院・助教

研究者番号：30649059

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：MRIを用いた血流と拡散の研究は、脳腫瘍で活発に行われ臨床的にも有用性が確立しているが、頭頸部腫瘍においては十分に検討がされていない。本研究の目的は、3テスラMRIを使い、頭頸部腫瘍における血流と拡散の情報を非侵襲的に取得する新たな撮影法とそれらのデータを定量評価するための解析ソフトウェアを開発することである。ターボスピンエコー法を用いたarterial spin labelingという血流撮像法と拡散強調画像で頭頸部腫瘍の定量的評価法の確立を試みた。血流量と拡散の情報を解析するソフトウェアを使うことで頭頸部腫瘍の診断で良悪性の鑑別が可能となり、腫瘍の質的診断に有用であることを証明した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

頭頸部腫瘍を評価する非侵襲的な診断方法としてMRIを活用することは理にかなっている。本研究で開発された新しい血流と拡散の撮像方法を用いて得たデータを同時に解析できるソフトウェアは頭頸部腫瘍の良悪性の鑑別および質的診断、頭頸部悪性腫瘍の放射線治療後の変化において優れた診断精度を示した。頭頸部腫瘍の良悪性鑑別および質的診断、早期治療効果を非侵襲的に診断する本研究成果は、臨床への大きな貢献につながる。

研究成果の概要(英文)：Pseudocontinuous arterial spin labeling (pCASL) imaging enables noninvasive quantification of tumor blood flow in the head and neck. The purpose of this study was to compare echo-planar (EP) and turbo spin-echo (TSE) sequences of pCASL, to demonstrate the clinical applications and usefulness of this method in the diagnosis of particular diseases via both tumor blood flow (TBF) quantification and the apparent diffusion coefficient (ADC) obtained by diffusion-weighted imaging (DWI), and to demonstrate changes in TBF after chemoradiation treatments.

TSE pCASL showed less image torsion and higher lesion conspicuity than EP pCASL. Combination of TSE pCASL and ADC enabled to differentiate benign parotid tumors from malignant parotid tumors. TBF changes were observed in head and neck squamous cell carcinomas in response to chemoradiation at an early stage. This study showed that the combination of pCASL and ADC is a promising tool for head and neck tumors.

研究分野：放射線診断学

キーワード：頭頸部腫瘍 機能的MRI撮影法 画像解析 arterial spin labeling

1. 研究開始当初の背景

MRI を用いた頭頸部腫瘍の評価は、治療前の腫瘍形態評価、治療後の腫瘍のサイズ評価に有用性を示す。さらに臨床に普及してきた 3 テスラ MRI にて、造影剤を使うことなく、腫瘍の形態的な評価と腫瘍の機能的な評価を同時に行うことができれば、侵襲性が極めて少ないという利点が生きる。MRI を使った非侵襲的な機能評価法として、腫瘍の血流評価に arterial spin labeling (ASL)、また腫瘍の拡散の評価には diffusion-weighted imaging (DWI) が用いられるようになってきた。腫瘍の画像診断において、ASL (血流) は腫瘍の血管密度と、また DWI (拡散) は腫瘍の細胞密度と関連し、腫瘍病理を推定する際に有用な情報となる。MRI を用いた血流と拡散の研究は脳腫瘍では活発におこなわれているが、頭頸部腫瘍ではこれらの方法が利用されることは少ない。その大きな理由として、脳で使うエコープラナー (EPI) 法による DWI をそのまま頭頸部領域に応用しても、空気と骨に囲まれる頭頸部領域ではアーチファクトが強く出て満足な画質にならないことが挙げられる。一方、DWI よりもさらに技術的に高度な ASL については、頭頸部領域で試されたことがほとんどない。

頭頸部領域では、従来の EPI 法とは異なる non-EPI 法であるターボスピンエコー (TSE) 法を用いたアーチファクトの少ない画像撮影法を工夫し、臨床において確立することが重要な課題である。さらに、得られた拡散と血流のデータを解剖学的に複雑な頭頸部の形態画像に正確に重ね合わせ、視覚的にも定量的にも優れた解析ソフトウェアを開発することが画像解析に必須となる。これらの開発が、頭頸部腫瘍での拡散と血流の MR 画像診断の進歩と普及を加速させ、臨床への大きな貢献につながると期待される。

2. 研究の目的

本研究の目的は、3 テスラ MRI を使い、頭頸部腫瘍における血流の情報を非侵襲的に取得する新しい撮影法と、それらのデータを正確に定量評価するための解析ソフトウェアを開発することである。また、この方法が、頭頸部腫瘍の診断と早期治療効果判定において高い診断精度を有し、予後評価における有効性を示すかを検討する。

3. 研究の方法

(1) 頭頸部領域において ASL(血流)に最適な新しい撮影法を開発

本研究では ASL の撮像方法の一種でより高い信号対雑音比を実現する pseudo-continuous ASL (pCASL) 法を用い、頭頸部で発生する特有のアーチファクトを低減できる新しい技術の開発を行う。TSE 法を最適化された新しい撮影法を用いて、頭頸部腫瘍の患者診断精度を従来の EPI 法を用いた撮影技術で得られた結果と比較して検討する。

(2) 新しい撮影法で得られた血流のデータを定量化するソフトウェアを開発

さらに拡散画像によって得られた拡散係数(apparent diffusion coefficient: ADC)と TSE 法 pCASL で得られた腫瘍の血流量(tumor blood flow: TBF)という異なる機能データを同一の解剖部位でピクセル毎にフュージョンし、腫瘍の拡散と血流を定量的に計測ができるソフトウェアを開発する。また、得られた拡散と血流のデータを用いてソフトウェア上でヒストグラム解析を行えるようにする。

(3) 頭頸部腫瘍への臨床的な検討

頭頸部の良性・悪性腫瘍における TSE 法を用いた新しい血流の撮像方法(TSE 法 pCASL)が臨床症例において有効であるかを検討する。

頭頸部悪性腫瘍における放射線治療・化学療法の早期治療効果の検討を行う。

悪性腫瘍に関して治療前と治療経過中、治療後に TSE 法を用いた新しい血流の撮像を行い、開発したソフトウェアで血流の定量評価を行う。定量データを用いて、これが早期治療効果判定の指標となるか検討する。頭頸部唾液腺腫瘍での質的診断（組織特異性）の有用性を検討する。拡散と血流という 2 つの指標は腫瘍病理での細胞密度と血管密度のサロゲートマーカーになるため、これらの指標により質的診断のできる唾液腺腫瘍がある可能性がある。唾液腺腫瘍のうち、良性腫瘍では多形腺腫およびワルチン腫瘍が大半を占めるためこの 2 つの鑑別が重要となる。またこの 2 つの良性腫瘍と悪性腫瘍との鑑別を検討する。

4. 研究成果

(1) TSE 法を用いた pCASL による血流評価

TSE 法を用いた pCASL では従来の EPI 法を用いた画像と比較して血流コントラストが良好で、視覚的に正常耳下腺の描出が明瞭となった(図 1)。さらに正常耳下腺の血流量は従来の EPI 法よりも TSE 法を用いた pCASL の方が高く、頭頸部で発生する特有のアーチファクトの低減および高い信号対雑音比による影響と考えられた(図 2)。このことにより開発した新しい TSE 法を用いた pCASL は頭頸部腫瘍の血流評価に適していることが確認できた。

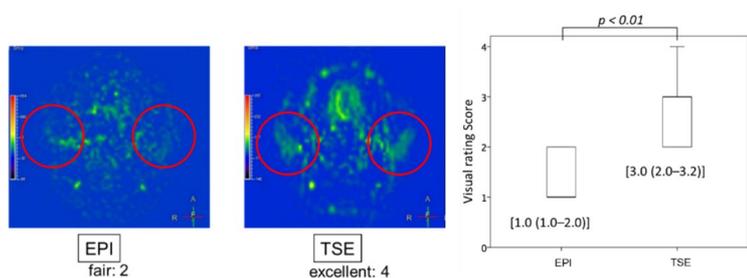


図 1 正常耳下腺における EPI 法と TSE 法 pCASL での正常耳下腺の視覚的評価：従来の EPI 法 pCASL(左)と比較して TSE 法 pCASL(中央)の方が歪みの少ない画像が得られ、正常耳下腺をより正確に描出している。視覚的評価スコアは、従来の EPI 法よりも TSE 法 pCASL の方が有意に高い(右)。

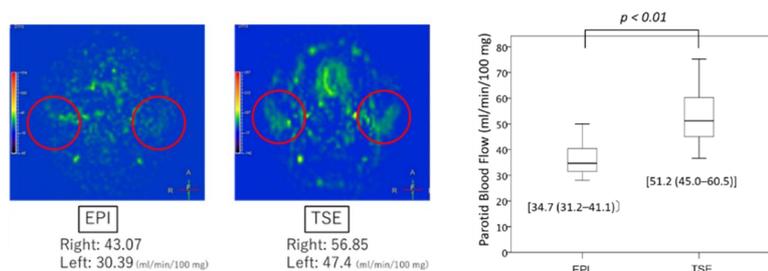


図 2 正常耳下腺における解析ソフトを用いた EPI 法と TSE 法 pCASL における血流比較：従来の EPI 法 pCASL(左)と TSE 法 pCASL(中央)で、正常耳下腺の血流を計測した。耳下腺血流は従来の EPI 法 pCASL よりも TSE 法 pCASL で有意に高い(右)。

(2) 拡散と血流のデータを定量化するためのソフトウェアを開発

ソフトウェアは分担研究者の中山により開発された。まずは新しい TSE 法 pCASL での腫瘍血流量 (tumor blood flow: TBF) を定量化するソフトウェアを開発した。さらに MRI 画像のピクセル単位での自動位置合わせを可能とし(図 3)、拡散係数(ADC)と腫瘍血流量(TBF)を同時に計測可能とし、そのデータを用いてソフトウェア上でヒストグラム解析を行えるようになった。

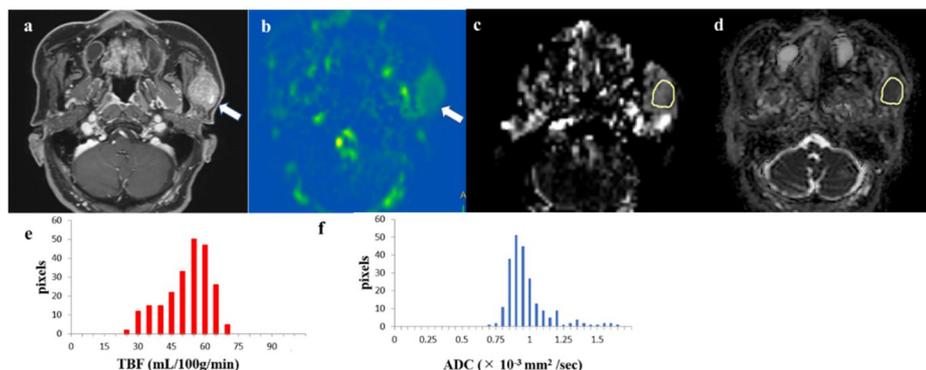


図 3 拡散と血流のデータを定量化するためのソフトウェアでの解析の実際：左耳下腺悪性腫瘍の症例。造影 T1 強調画像で左耳下腺に増強効果を呈する腫瘍認める(a)。TBF カラーマップで腫瘍に中等度の血流があることがわかる(b)。解析した新しいソフトウェアで

は左耳下腺悪性腫瘍の、血流(c)と拡散(d)のデータの関心領域を同時に計測し、腫瘍血流量(TBF)と拡散係数(ADC)の定量化が可能である。TBF のヒストグラム解析(e)と ADC のヒストグラム解析(f)をソフトウェアで実行できる。TBF 値の 50 パーセンタイルは 50.92 mL/100g/min で、ADC 値の 10 パーセンタイルは $0.82 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ であった。

(3) 頭頸部腫瘍への臨床的な検討

頭頸部の良悪性腫瘍における機能的 MRI の臨床応用

TSE 法 pCASL を用いて多形腺腫やワルチン腫瘍などの耳下腺腫瘍、耳下腺炎や IgG4 関連疾患などの炎症性疾患、頸動脈小体腫瘍や若年性血管線維腫などの血流豊富な頭頸部良性腫瘍、扁平上皮癌や腺様嚢胞癌などの悪性頭頸部腫瘍に対して血流評価を行い、開発したソフトウェアで定量化した(図 4)。TSE 法 pCASL では頭頸部腫瘍においては様々な疾患に適用可能で、腫瘍血流量(TBF)の定量化をすることでより診断精度が高くなることが示唆された。

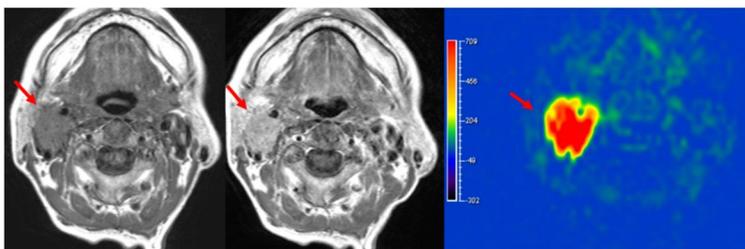


図 4 頭頸部の良悪性腫瘍における機能的 MRI の臨床応用：右頸動脈間隙の頸動脈小体腫瘍の症例。右頸動脈間隙の腫瘍は T1 強調画像で等信号(左)、造影 T1 強調画像で増強効果を認める(中央)。TSE 法 pCASL では高信号で、血流が豊富な腫瘍であることがわかる

(右)。解析ソフトウェアを用いて血流を定量化した(Mean TBF 930 mL/min/100 mg, maximum TBF 516 mL/min/100 mg)。

頭頸部悪性腫瘍における放射線治療・化学療法の早期治療効果の検討

悪性腫瘍に関して治療前と治療中、治療後に TSE 法 pCASL を撮像し、開発したソフトウェアを用いて血流の定量評価を行った。定量データを用いて、腫瘍血流量(TBF)が早期治療効果判定の指標となるかを検討した。放射線治療中に腫瘍が縮小し、血流低下を認めた症例は放射線治療後も腫瘍が縮小し、TBF が低下したままであった。新しい TSE 法 pCASL での腫瘍血流量の評価が頭頸部悪性腫瘍における放射線治療・化学療法の早期治療効果に役立つことが示唆された。

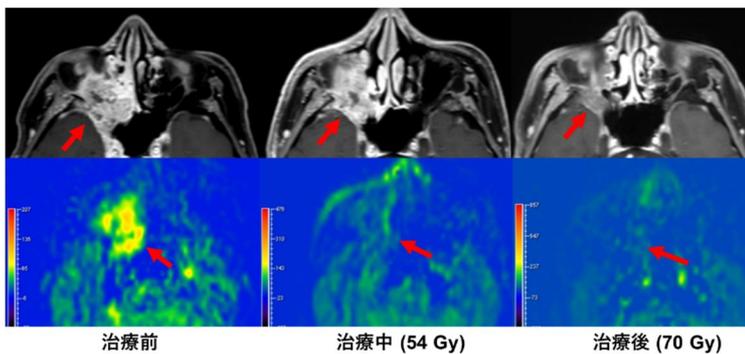


図 5 頭頸部悪性腫瘍での放射線治療前後の血流評価
右上顎洞の扁平上皮癌の症例。放射線治療前では右上顎洞に造影される腫瘍があり、血流増加を認めている(左上：造影 T1 強調画像、左下：TSE 法 pCASL)。放射線治療中に著明な血流低下があり(中央上：造影 T1 強調画像、中央下：TSE 法 pCASL)、放射線治療終了後に腫瘍の縮小を認めた(右上：造影 T1 強調画像、

右下：TSE 法 pCASL)。解析ソフトウェアによって治療前の腫瘍血流量 (mean TBF 102.9 mL/min/100 mg, maximum TBF 170.3 mL/min/100 mg)、治療中の腫瘍血流量 (mean TBF 44.8 mL/min/100 mg, maximum TBF 102.9 mL/min/100 mg)、治療後の腫瘍血流量 (mean TBF 16.7 mL/min/100 mg, maximum TBF 55.3 mL/min/100 mg) を評価できた。

頭頸部唾液腺腫瘍での質的診断 (組織特異性) の有用性の検討

唾液腺腫瘍の腫瘍血流量 (TBF) と拡散係数(ADC)を検討した。悪性腫瘍 16 症例、多形腺腫 30 症例、ワルチン腫瘍 19

症例の合計 65 症例を評価した。ヒストグラム解析によってすべての腫瘍の TBF と ADC を評価し、一元配置分散分析とそれに続く Tukey 事後検定によってさまざまな特性を比較した(図 3)。

診断性能は、ROC 曲線分析によって評価した。腫瘍タイプ間では TBF の平均、50、75、および 90 パーセンタイルに有意差を認めた。TBF の平均値では悪性腫瘍 (TBF の平均 57.47 ± 35.14 mL / 100 g / min) が多形腺腫 (TBF の平均 29.88 ± 22.53 mL / 100 g / min) よりも有意に高かった ($p = 0.039$)。ワルチン腫瘍の TBF の平均値 (119.31 ± 50.11 mL / 100 g / min) は悪性腫瘍よりも有意に高かった ($p < 0.001$)。また、悪性腫瘍の平均 ADC 値 ($1.08 \pm 0.28 \times 10^{-3}$ mm²/s) と多形腺腫の平均 ADC ($1.60 \pm 0.34 \times 10^{-3}$ mm²/s) では有意差を認めた ($p < 0.001$)。悪性腫瘍の平均 ADC とワルチン腫瘍の平均 ADC ($0.87 \pm 0.23 \times 10^{-3}$ mm²/s) は有意差を認めなかった ($p = 0.117$)。

ROC 曲線分析では、曲線下面積 (Area Under the Curve: AUC) が最も高いのは、悪性腫瘍を多形腺腫から区別するための ADC の 10 パーセンタイルと 25 パーセンタイル (AUC = 0.885) と、悪性腫瘍をワルチン腫瘍から区別するための TBF の 50 パーセンタイル (AUC = 0.855) であった。TBF と ADC を組み合わせた AUC (0.950) は、悪性腫瘍と多形腺腫の区別で TBF 単独 (0.850)、ADC 単独 (0.885) より高かった。悪性腫瘍とワルチン腫瘍の区別では TBF と ADC を組み合わせた AUC (0.905) は TBF 単独 (0.855)、ADC 単独 (0.814) より高かった(図 6)。ヒストグラム解析によって評価された TBF と ADC の組み合わせが、唾液腺悪性腫瘍と多形腺腫およびワルチン腫瘍との鑑別に役立つと考えられた。

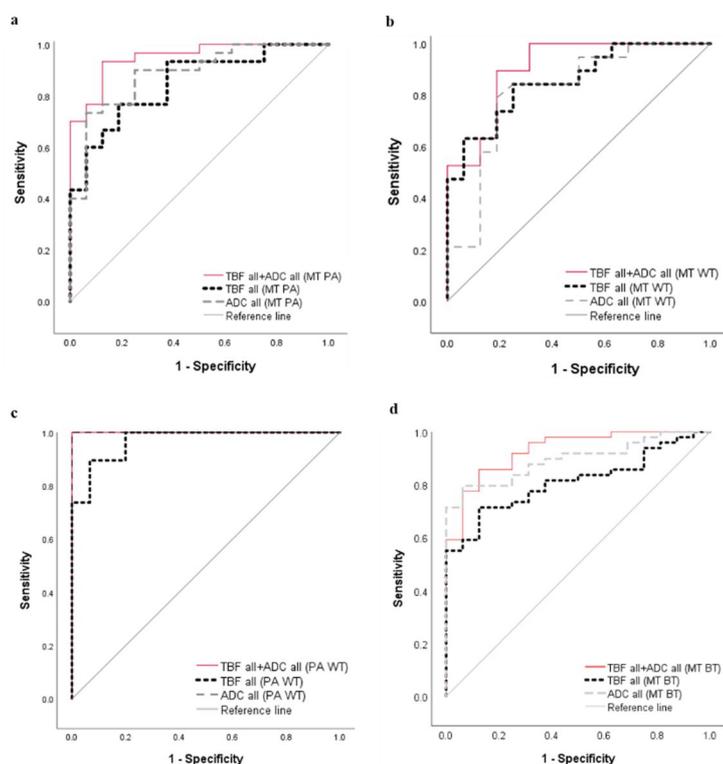


図 6 唾液腺腫瘍における TBF と ADC を用いた ROC 曲線分析。悪性腫瘍 (Malignant tumor: MT) と多形性腺腫 (pleomorphic adenoma: PA) との鑑別 (a)、悪性腫瘍 (MT) とワルチン腫瘍 (Warthin tumor: WT) との鑑別 (b)、多形腺腫 (PA) とワルチン腫瘍 (WT) との鑑別 (c)、悪性腫瘍と良性腫瘍 (benign tumor; BT, PA および WT を含む) との鑑別 (d)。

結論

今回我々の開発した撮影方法と定量化ソフトウェアを使うことにより、頭頸部腫瘍の血流と拡散を定量的に評価可能となった。この方法で質的診断に関する有意義な情報をもたらすことが証明された。頭頸部悪性腫瘍での放射線療法や化学療法での早期の効果判定や予後予測の指標として役立つことが示唆された。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計19件（うち査読付論文 18件 / うち国際共著 19件 / うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 Umino Maki, Maeda Masayuki, Kogue Ryota, Nakamura Satoshi, Ii Yuichiro, Tomimoto Hidekazu, Sakuma Hajime	4. 巻 -
2. 論文標題 Evaluation of cortical superficial siderosis in patients with cognitive dysfunction using 3D FLAIR and 3D DIR	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 European Radiology	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s00330-021-07751-x	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, Kishi Seiya, Tanaka Fumine, Tsuchiya Kazuhiro, Sakuma Hajime	4. 巻 44
2. 論文標題 Evaluation of Intradural Echordosis Physaliphora With Three-Dimensional Fluid-Attenuated Inversion Recovery	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Computer Assisted Tomography	6. 最初と最後の頁 699 ~ 703
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1097/RCT.0000000000001027	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 Kishi Seiya, Maeda Masayuki, Kogue Ryota, Umino Maki, Matsubara Toshio, Sakuma Hajime	4. 巻 20
2. 論文標題 Hemangioblastoma of the Cerebellopontine Angle Evaluated with Pseudocontinuous Arterial Spin Labeling	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Magnetic Resonance in Medical Sciences	6. 最初と最後の頁 18 ~ 19
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2463/mrms.ici.2020-0011	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 Kishimoto Tomoyuki, Yasuda Ryuta, Umino Maki, Goto Fuki, Toma Naoki, Maeda Masayuki, Suzuki Hidenori	4. 巻 7
2. 論文標題 A Case of Suspected Metallic Embolism after Carotid Artery Stenting	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 NMC Case Report Journal	6. 最初と最後の頁 229 ~ 231
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2176/nmccrj.cr.2020-0027	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, Ishikawa Hidehiro, Matsuyama Hirofumi, Shindo Akihiro, Matsuura Keita, Yoshimaru Kimiko, Satoh Masayuki, Taniguchi Akira, Matsuda Kana, Umino Maki, Maeda Masayuki, Tomimoto Hidekazu	4. 巻 78
2. 論文標題 Hypertensive Arteriopathy and Cerebral Amyloid Angiopathy in Patients with Cognitive Decline and Mixed Cerebral Microbleeds	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Alzheimer's Disease	6. 最初と最後の頁 1765 ~ 1774
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3233/JAD-200992	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 Ii Yuichiro, Ishikawa Hidehiro, Shindo Akihiro, Matsuyama Hirofumi, Matsuura Keita, Matsuda Kana, Yoshimaru Kimiko, Satoh Masayuki, Kogue Ryota, Umino Maki, Maeda Masayuki, Tomimoto Hidekazu	4. 巻 28
2. 論文標題 Association between cortical microinfarcts and total small vessel disease burden in cerebral amyloid angiopathy on 3 Tesla magnetic resonance imaging	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 European Journal of Neurology	6. 最初と最後の頁 794 ~ 799
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/ene.14610	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 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 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 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 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 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 無
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 R, Maeda M, Umino M, Tsuchiya K, Sakuma H.	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 M, Maeda M, Ii Y, Tomimoto H, Sakuma H.	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 2018年
3. 雑誌名 J Neuroradiol.	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 Matsuyama H, Ii Y, Maeda M, Umino M, Ueda Y, Tabei KI, Kida H, Satoh M, Shindo A, Taniguchi A, Takahashi R, Tomimoto H1	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-e00856
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/brb3.856. eCollection 2017 Nov.	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 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 2017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 Yasuda R, Maeda M, Umino M, Nakatsuka Y, Umeda Y, Toma N, Sakaida H, Suzuki H.	4. 巻 37
2. 論文標題 Suspected Metallic Embolism following Endovascular Treatment of Intracranial Aneurysms.	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 AJNR Am J Neuroradiol.	6. 最初と最後の頁 1696-1699
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3174/ajnr.A4804. Epub 2016 Apr 21.	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 Kato Natsuko, Muraga Kanako, Hirata Yoshinori, Shindo Akihiro, Matsuura Keita, Ii Yuichiro, Shiga Mariko, Tabei Ken-ichi, Satoh Masayuki, Fujita Satoshi, Fukuma Tomoyuki, Kagawa Yoshihiko, Fujii Eitaro, Umino Maki, Maeda Masayuki, Sakuma Hajime, Ito Masaaki, Tomimoto Hidekazu	4. 巻 11
2. 論文標題 Brain magnetic resonance imaging and cognitive alterations after ablation in patients with atrial fibrillation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-98484-w	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 Hirata Yoshinori, Kato Natsuko, Muraga Kanako, Shindo Akihiro, Nakamura Naoko, Matsuura Keita, Ii Yuichiro, Shiga Mariko, Tabei Ken-ichi, Satoh Masayuki, Fukuma Tomoyuki, Kagawa Yoshihiko, Fujita Satoshi, Kogue Ryota, Umino Maki, Maeda Masayuki, Sakuma Hajime, Dohi Kaoru, Tomimoto Hidekazu	4. 巻 16
2. 論文標題 Cerebral Microbleeds With Atrial Fibrillation After Ablation Therapy	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Cellular Neuroscience	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/fncel.2022.818288	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 Matsuura Keita, Ii Yuichiro, Maeda Masayuki, Tabei Ken-ichi, Satoh Masayuki, Umino Maki, Miyashita Koichi, Ishikawa Hidehiro, Shindo Akihiro, Tomimoto Hidekazu	4. 巻 87
2. 論文標題 Neuromelanin-sensitive magnetic resonance imaging in disease differentiation for parkinsonism or neurodegenerative disease affecting the basal ganglia	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Parkinsonism and Related Disorders	6. 最初と最後の頁 75 ~ 81
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.parkreldis.2021.05.002	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

〔学会発表〕 計7件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 5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 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 ASNR 56th Annual Meeting (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 (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Inoue K, Umino M, Nakayama R, Takase S, Yamahata T, Obara M, Maeda M, Sakuma H
2 . 発表標題 Measurement of blood flow in normal parotid glands using pseudo-continuous arterial spin labeling
3 . 学会等名 The International Society for Magnetic Resonance in Medicine 25th Annual Meeting (国際学会)
4 . 発表年 2017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 European Congress of Radiology 2018 (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1. 発表者名 Maeda M, Umino M, Nakayama R, Inoue K, Kogue R, Sakuma H
2. 発表標題 Clinical applications and usefulness of pseudocontinuous arterial spin labeling in head and neck entities
3. 学会等名 XXI Symposium Neuroradiologicum (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Inoue k, Isoshima S, Takase S, Yamahata T, Umino M, Maeda M
2. 発表標題 Measurement of blood flow of normal parotid glands using pseudo-continuous arterial spin labeling
3. 学会等名 第44回日本磁気共鳴医学会大会
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 青木茂樹、大場洋、海野 真記、前田正幸	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	

〔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	前田 正幸 (Maeda Masayuki) (70219278)	三重大学・医学系研究科・寄附講座教授 (14101)	

6. 研究組織（つづき）

	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	野本 由人 (Nomoto Yoshihito) (10252363)	三重大学・医学系研究科・寄附講座教授 (14101)	
研究分担者	中山 良平 (Nakayama Ryohei) (20402688)	立命館大学・理工学部・教授 (34315)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関