

京都大学	博士（医学）	氏 名	里 上 直 衛
論文題目	Visualization of external carotid artery and its branches: Non-contrast-enhanced MR angiography using balanced steady-state free-precession sequence and a time-spatial labeling inversion pulse (Balanced SSFP シーケンスと Time-SLIP を用いた非造影 MRA による外頰動脈およびその分枝の描出)		
(論文内容の要旨)			
低侵襲な血管内治療法の発達に伴い外頰動脈系等の血管描出は重要性を増している。血管造影や CT angiography によって末梢分枝まで描出可能だが被曝を伴うため、造影 MR angiography (MRA) を選択する機会が増加している。しかし近年、ガドリニウム造影剤による nephrogenic systemic fibrosis という致命的疾患発症のリスクが認知され、被曝・造影剤を共に回避できる非造影 MRA が注目されている。従来の非造影 MRA 撮像法での外頰動脈系描出能は必ずしも十分ではなかったが、最近非造影での動脈描出に優れる balanced steady-state free-precession (bSSFP) 法が使用可能となった。ただし頰部では静脈・唾液腺管などの背景信号抑制が不十分という欠点があった。 本研究では背景信号を抑制し流入する動脈血流をより選択的に描出する time-spatial labeling inversion pulse (Time-SLIP) の併用により bSSFP MRA の外頰動脈系描出を改善可能と考えた。ただし背景を抑制する時間 inversion time (TI) 値を延ばすことでより末梢分枝まで描出されるが、背景信号は時間とともに回復して逆に動脈のコントラストを低下させるという相反する機序が存在する。そこでこれらの条件を最適化できる TI 値が存在するという仮定の下で、異なる TI 値で撮像した bSSFP MRA と Time-SLIP 非併用の bSSFP MRA とを比較・検証する実験を行った。 対象は 20 名の健常者とし、1.5T MRI 装置で以下の 5 条件で末梢脈波同期 bSSFP MRA を撮像した。 A : Time-SLIP 併用 (TI=600ms) 、 B : Time-SLIP 併用 (TI=900ms) 、 C : Time-SLIP 併用 (TI=1200ms) 、 D : Time-SLIP 併用 (TI=1500ms) 、 E : Time-SLIP 併用なし。 MIP (maximum intensity projection) 画像を作成し、外頰動脈系各部位の描出の視覚的評価 (4 段階) および外頰動脈本幹ー背景筋組織間の相対信号比算出を行なった。 結果は、MIP 像のみを用いた外頰動脈系 9 部位 (本幹, 上甲状腺動脈, 舌動脈, 顔面動脈, 上行咽頭動脈, 後頭動脈, 後耳介動脈, 上顎動脈, 浅側頭動脈) の視覚的スコアに Friedman 検定を適用した平均ランクでは A から D の順に 1.51, 2.53, 3.02, 2.94 であった。MIP 像と元画像双方を用いた外頰動脈系 11 部位 (上記 9 部位に中硬膜動脈, 深舌動脈を追加) の視覚的スコアに Friedman 検定を適用した平均ランクは A から E の順に 1.63, 3.01, 3.59, 3.58, 3.20 であった。共に条件 C および D が他の条件と比較して有意に優れた描出能を有していた。平均の相対信号比は A から E の順に 0.97, 0.87, 0.81, 0.76, 0.67 であり、条件 E に比して他の全ての条件でコントラストは有意に改善した。条件 C, D には視覚的評価に有意差はなかったが、相対信号比は条件 C において			

より高値であり最適な TI 値は 1200ms と考えられた。 適切な TI 値を用いた Time-SLIP 併用 bSSFP MRA はこれを併用しない bSSFP MRA よりも外頰動脈系の描出能が有意に優れていた。平均 3 分程度の撮像時間で背景信号を抑制した良好な MRA 画像を得ることが可能であり、被曝・造影剤使用を回避しつつ外頰動脈系を実用レベルで描出可能なことは治療前評価をより容易とすると考える。			
（論文審査の結果の要旨） 外頰動脈系等の血管描出法として被曝・造影剤使用を回避しうる非造影 MR angiography（MRA）の需要が高まっている。現在臨床で頻用される balanced steady-state free-precession（bSSFP）法は非造影での動脈描出に優れるが、背景信号抑制が不十分という欠点があり撮像法の改善が望まれている。 本研究の目的は、より選択的な動脈描出を可能とする time-spatial labeling inversion pulse（Time-SLIP）を併用した bSSFP MRA による外頰動脈系描出能の評価と背景の抑制時間 inversion time（TI）値の最適化である。4 つの異なる TI 値（600, 900, 1200, 1500 ms）で撮像した健常者 20 人の最大値投影 MRA 画像では 1200ms の描出能が最も優れ、最適と考えられた。TI 値 1200ms の Time-SLIP 併用 bSSFP MRA は、元画像を含めた比較でも従来法の Time-SLIP 非併用 bSSFP MRA より有意に優れた描出能を有していた。Time-SLIP 併用によって、背景信号が十分抑制され動脈描出能の高い MRA が平均約 3 分という短時間で撮像可能となった。 以上の研究は血管を対象とした非侵襲的な画像検査手法の解明に貢献し、今後は腫瘍の栄養血管評価や術前血管マッピング等の診断・治療に寄与するところが多い。 したがって、本論文は博士（医学）の学位論文として価値あるものと認める。 なお、本学位授与申請者は、平成 2 2 年 1 0 月 2 0 日実施の論文内容とそれに関連した試問を受け、合格と認められたものである。			
要旨公開可能日： 年 月 日 以降			