HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	3.0Tesla MRI装置による新しいk-space充填法を使用した頸動脈プラーク性状評価に関する技術的・臨床的研究［全文の要約］
Author(s)	中村, 麻名美
Description	この博士論文全文の閲覧方法については、以下のサイトをご参照ください。 https://www.lib.hokudai.ac.jp/dissertations/copy-guides/
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(保健科学)
Dissertation Number	甲第11868号
Issue Date	2015-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/58723
Type	doctoral thesis
File Information	Manami_Nakamura_summary.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学位論文内容の要約

博士の専攻分野の名称：博士（保健科学）　　氏名：中　村　　麻名美

学位論文題名

3.0Tesla MRI 装置による新しい k-space 充填法を使用した
頸動脈プラーク性状評価に関する技術的・臨床的研究

【背景】

頸動脈に狭窄症おける粥腫病変（プラーク）は，血管内腔の狭窄や閉塞を引き起こす塞栓源となり，脳梗塞や一過性脳虚血発作などの脳血管障害をきたす原因となる．このため，頸動脈狭窄症においては画像診断による狭窄率と共にプラーク性状評価が必要となる．

最先端 3.0Tesla MRI による頸動脈プラークの描出とその性状評価に関連する撮像技術は未開拓の分野である．体動補正のために開発された新しい k-space 充填法である radial scan をプラーク性状評価に応用することによる診断に与える影響は解明されておらず，今後の発展が待たれている状況にある．

【目的】

本研究は，心電図同期を使用しない最先端 3.0Tesla MRI radial scan が，頸動脈プラーク性状評価に対して適切な撮像法であり，診療および診断上有益であることを証明する． radial scan における画像特性を明らかにし，より明瞭なプラークの存在診断とより正確なプラークの性状評価を可能とする画像取得を目的とする．

【方法】

（1） 1.5Tesla を使用し，頸動脈プラークの成分を模擬した自作ファントムを用い，新しい k-space 充填法における頸動脈プラークの性状評価に対する T1・T2 強調画像(T1・T2WI)の撮像条件を最適化した．

（2）radial scan を使用し，自作流体ファントムの流速を slow, middle, fast と変化させて撮像し，静磁場の違い（1.5Tesla ・3.0Tesla）が流体の信号消失（flow void）に与える影響について検討した．

（3） 3.0Tesla radial scan を使用したとき，頸動脈における非狭窄群 30 例および狭窄群 20 名の血流信号抑制効果の比較を行った．

（4）過去の検査で撮像された被験者データについて後ろ向きに解析を行った．3.0Tesla MRI radial scan と不安定プラーク検出にエビデンスのある magnetization prepared rapid gradient echo (MP-RAGE)において，磁場強度の違い（1.5Tesla ・3.0Tesla）がプラークと胸鎖乳突筋の信号雑音比(signal-to-noise ratio: SIR)に及ぼす影響について検討を行った．

【結果】

（1）radial scan では，従来の k-space 充填法と異なるケミカルシフトアーチファクトが出現した．ケミカルシフトアーチファクトは脂肪抑制を付加することで改善した．また，T1WI, T2WI ともに repetition time (TR) が延長すると信号強度が低下した．このため最適 TR は T1WI:500ms, T2WI:3000ms とした．

（2） radial scan を使用したときの頸動脈プラーク評価を目的としたときの血管内腔信号強度の評価において，3.0Tesra は 1.5Tesla よりも slow flow における flow void が不十分であった．しかしながら，fast flow や middle flow では 3.0Tesla でも血管内腔が十分な flow void となり，3.0Tesla MRI radial scan は，正常な成人の頸動脈流速領域における頸動脈プラークと血管内腔の鑑別は可能であった．

（3）非心電図同期 3.0Tesla radial scan では，非狭窄群において流速が低下するほど血管内腔の信号強度が上昇した．これは，T1WI にて顕著に認められた．しかしながら，狭窄群においては，狭窄による血流速の上昇により blood-flow suppression ratio(BFSR)は低下した．また，BFSR の低下により CNR も高くなった．

（4）radial scan と MP-RAGE における SIR の比較では，1.5Tesla では radial scan が低値となり，3.0Tesla では radial scan が高値となった．また，3.0Tesla における radial scan と MP-RAGE の SIR は，1.5Tesla よりも良い相関が得られた．

【考察】

本研究では，3.0Tesla MRI radial scan による頸動脈プラーク性状評価について，特に血流信号抑制とプラーク信号強度について検討を行った．

非心電図同期 3.0Tesla radial scan は，頸動脈における血管内腔の信号強度を低下させ，プラークを明瞭に描出可能である．この根拠として，第一に，頸動脈血流領域では静磁場が 1.5Tesla から 3.0Tesla となっても血管内腔信号強度が上昇しないこと，第二に，狭窄病変が存在することで血流速が上昇し血管内腔の信号強度が低下することが挙げられる．

一方，radial scan のプラーク信号強度においては，撮像条件を最適化することで，特有のアーチファクトやコントラスト低下を最小限にすることが可能であった．さらに 3.0Tesla MRI radial scan を用いることで，プラーク性状評価に適切な撮像法となることが証明された．これは，プラーク性状分類に使用する SIR において MP-RAGE と 3.0Tesla MRI radial scan に有意差はなく，良い相関を示したことに起因する．

以上のように，本研究では，非心電図同期 radial scan におけるプラーク性状評価の可能性について，radial scan の撮像条件の最適化や血流抑制の評価，プラーク信号強度を用いた SIR の評価を行った．これらの結果により，非心電図同期 3.0Tesla radial scan が頸動脈狭窄症におけるプラーク性状評価を行うにあたり，重要な可能性をもつものであると考えられた．

【結論】

本研究では，3.0Tesla radial scan が頸動脈プラーク性状評価に適切な撮像法であることを証明した．頸動脈における血管壁イメージングの必須条件は，第一に，血管内腔の信号強度を低下させプラークをより明瞭に描出すること，第二に，プラークの性状評価がより正確に行えることである．3.0Tesla radial scan は，この条件を十分に満たしている．

今後の課題として，プラーク性状評価をより強固とするため，『より明瞭なプラークの描出』と『より正確なプラーク分類』を目指す．より明瞭なプラーク描出のため，すべての装置で行えるシーケンスを開発する．また，より正確なプラーク分類のため，T2WI の活用による細分化や画像診断と病理診断の対比を行う．さらに，CAS に対する術前術後の評価に MRI を活用し，症例数を増加させ検討を行う．最終的には，脳梗塞を減少させることが，真の目標である．

3.0Tesla MRI radial scan について，新しい k-space 充填法により得られる画像特性が及ぼす臨床的な注意点を明確化させる新知見を得たものであり，この最新技術が頸動脈プラーク性状評価に対して臨床的に貢献する．MR 撮像技術やシーケンスの最適化は画像診断の更なる進化を促し，病気・病変の存在および位置やその性質・性状をより明確に描出することを可能にする．さらに，検査時間の短縮や追加検査の可能性を広げるという，すばらしい価値を生み出した．このように本論文は，3.0Tesla MRI radial scan を使用した頸動脈プラーク性状評価について明らかにした最初のもので，より安全で高精度の MRI 画像検査を実現するための重要な指針を提示した．