

(第7号様式)

学位論文審査結果の要旨

氏名	平井 邦明
審査委員	主査 羽藤 直人 副査 檜垣 高史 副査 打田 俊司 副査 渡邊 英昭 副査 下川 哲哉

論文名 心臓 MRI における compressed sensing を用いた冠動脈 MRA の有用性の検討

審査結果の要旨

【背景】

冠動脈 MRA は放射線被曝なく、MRI 特有の高い組織間コントラストで冠動脈の形態評価が可能である。さらに、1 回の 3D 撮像により冠動脈全領域の画像データを得ることが出来る whole heart coronary MRA などの進歩により、撮像自体も高速化が進んできた。しかし、それらの高速撮像技術を用いても冠動脈撮像には 10-15 分程度掛かるのが現状であり、心臓 MRI の検査時間が延長する要因となっている。一方、圧縮センシングを用いた超高速撮像である compressed sensing (CS) を用いることで検査時間の短縮が期待される。CS coronary MRA では従来に比して 1/4~1/5 程度の時間 (おおよそ 3-5 分程度) で良好な冠動脈撮像が可能と考えられるが、画質の評価はこれまで行われていない。CS coronary MRA の画質が従来法と同等以上であれば、心臓 MRI 検査で待ち時間となってしまう遅延造影撮像前の 10 分間に、冠動脈 MRA 撮像を行うことができ、患者の負担軽減や検査時間の短縮に繋がると考えた。

【目的】

本研究は CS coronary MRA と従来法を比較して撮像時間や画質を検討する目的で行った。

【方法】

当院および済生会松山病院での多施設共同前向き研究として計画された。2018 年 8 月から

2019年3月までの期間に心筋障害を疑われ心臓MRI検査を受ける症例のうち、coronary MRAの追加撮像に同意を得られた50症例を対象とした。プロトコールは通常の心臓MRI検査の中で、造影剤を入れてから遅延造影までの待ち時間の間にCS coronary MRAを撮像し、遅延造影の後に従来法のcoronary MRAを撮像した。CS coronary MRAの撮像に造影剤を入れてから10分以上かかった場合は検査失敗として撮像を中止した。CS法と従来法で撮像されたcoronary MRA画像に対して、それぞれ視覚的に画質とartifactの評価をセグメント毎に行った。また専用のワークステーションを用いて右冠動脈(RCA)、左前下行枝(LAD)、左回旋枝(LCX)それぞれの描出血管長、sharpness、血管径を定量評価として計測した。統計学的有意差は $P < 0.05$ と定義した。

【結果】

全症例において、遅延造影までの待ち時間(10分以内)にCS coronary MRA撮像を完了することができた。撮像時間(秒)の中央値および四分位はCS法で207(163, 259)、従来法で785(698, 975)と有意に撮像時間の短縮を認めた。CS法と従来法で画質やartifactに有意差を認めなかった。描出血管長(mm)の中央値および四分位はRCAでCS 149(128, 161)、従来法146(132, 163)、LADでCS 134(103, 155)、従来法138(110, 155)、LCXでCS 91(80, 111)、従来法93(82, 114)といずれも有意差を認めなかった。sharpness(1/mm)の平均値±標準偏差はRCAでCS 0.87 ± 0.14 、従来法 0.85 ± 0.16 、LADでCS 0.90 ± 0.15 、従来法 0.87 ± 0.14 、LCXでCS 0.95 ± 0.19 、従来法 0.94 ± 0.16 といずれも有意差を認めなかった。血管径(mm)はRCAでCS 4.0 ± 0.6 、従来法 4.1 ± 0.6 、LADでCS 3.6 ± 0.6 、従来法 3.5 ± 0.6 、LCXでCS 3.2 ± 0.5 、従来法 3.2 ± 0.5 といずれも有意差を認めなかった。

【結論】

compressed sensing coronary MRAは従来法と比較して画質を保ちながら高速撮像が可能であり、有用な方法であると判断できる。

公開審査会は、令和2年1月9日に開催され、申請者は、研究内容を英語で明確に発表した後に、審査員から本研究に関する以下の質問がなされた。1)冠動脈MRAにおいてCS法が従来法に比べ優れている点、2)冠動脈狭窄の診断精度を向上させる方法、3)冠動脈造影検査とCS coronary MRAの比較、4)時間分解能と空間分解能の関係、5)患者胸部の大きさや頻脈の影響、6)複数病変の同時評価が可能か、7)冠動脈バイパス術後や小児川崎病等への応用、8)手術適応の判断が可能か、9)CS法による検査時間短縮の意義など多くの質問に対し、日本語で的確に応答した。審査委員は、申請者が本論文関連領域に対して学位授与に値する十分な見識と能力を有することを全員一致で確認し、本論文が学位授与に値すると判定した。