

Navigator echoによる横隔膜同期を併用した高速冠動脈MRAシーケンスの有用性の検討

東北大学病院 診療技術部 放射線部門 ○幸田 昂樹(Koda Takaki)
森 隆一 根本 整 永坂 竜男
東北大学医学部保健学科 一関 雄輝
東北大学病院 先進MRI共同研究講座 高木 英誠
東北大学病院 放射線診断科 大田 英揮

【目的】

冠動脈MRAは非侵襲的な検査であり、冠動脈疾患の診断への有用性が期待されている。従来法の問題点として、横隔膜同期におけるNavigator echoの許容範囲が狭いこと、検査時間の延長やそれに伴う患者の体動などが画質に影響することが挙げられる。

従来法はk-spaceの端から一定方向に信号取得するのに対し、提案法（高速冠動脈MRAシーケンス）はk-space中心からwheel状に信号取得しており、ky-kz上の充填率を変えることで撮像時間の短縮が可能である。また、提案法ではRMC（Real-Time Motion Correction）を30 mmに設定することで、データ取得効率が向上し撮像時間の短縮が可能である。さらに、HR-DLR（High Resolution Deep Learning）を適用することで、画質の改善が期待されている。

そこで本研究では、従来法と比較した提案法の撮像時間短縮の効果の検証を行い、提案法の有用性を明らかにすることを目的とした。

【方法】

対象:倫理委員会です承を得られた心疾患のない健康ボランティア20名

(男性:20名、女性:8名、平均年齢:40.6±14歳)

使用機器:Vantage Centurian 3.0T

(CANON Medical Systems Corporation)

撮像パラメータ:以下に示す (Table 1)。

解析ソフト:JMP pro v17.1.0 (SAS institute Inc. Cart, NC, USA)

提案法と従来法において以下の2点を検証した。

I.撮像時間の比較

II.心筋と冠動脈にROIを設定し、心筋に対する冠動脈のコントラスト比を算出

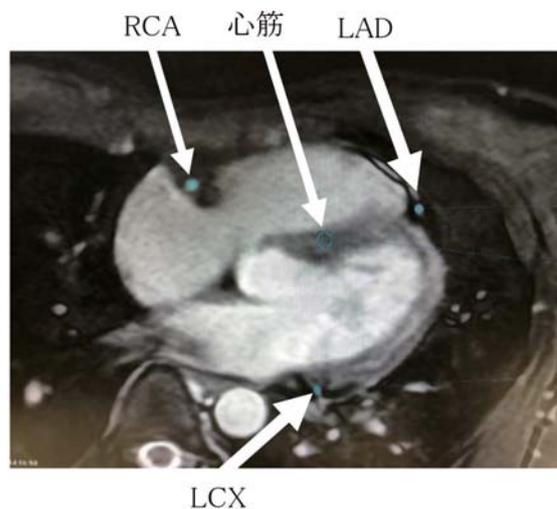
コントラスト比は次の式より算出した。

$$\text{コントラスト比} = (SI_{cm} - SI_{ca}) / \{(SI_{cm} - SI_{ca}) / 2\}$$

SI_{cm}:心筋の平均信号値、SI_{ca}:冠動脈の平均信号値

Table 1 撮像パラメータ

Parameters	提案法	従来法
TR/TE (ms)	3.6/1.4	5.0/1.9
FOV (mm ²)	360/360	360/360
Bandwidth (Hz)	448	326
Matrix	198×256	198×256
Slice (mm)	1.5	1.5
Acceleration	Fast 3D 70%	SPPEDER 3.0
RMC (mm)	30	5



【結果】

提案法の撮像時間は、従来法よりも平均9分24秒短縮した (Fig.1)。

また、提案法の最長撮像時間は従来法の最短撮像時間よりも短くなった。

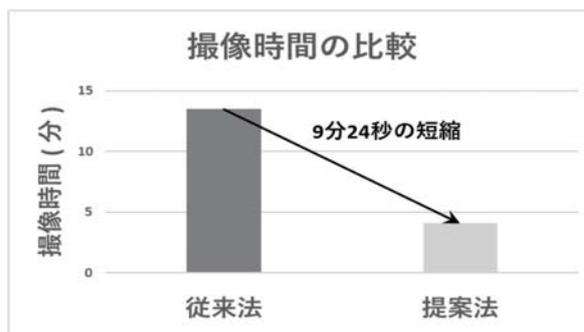


Fig.1 撮像時間 (従来法と提案法の比較)

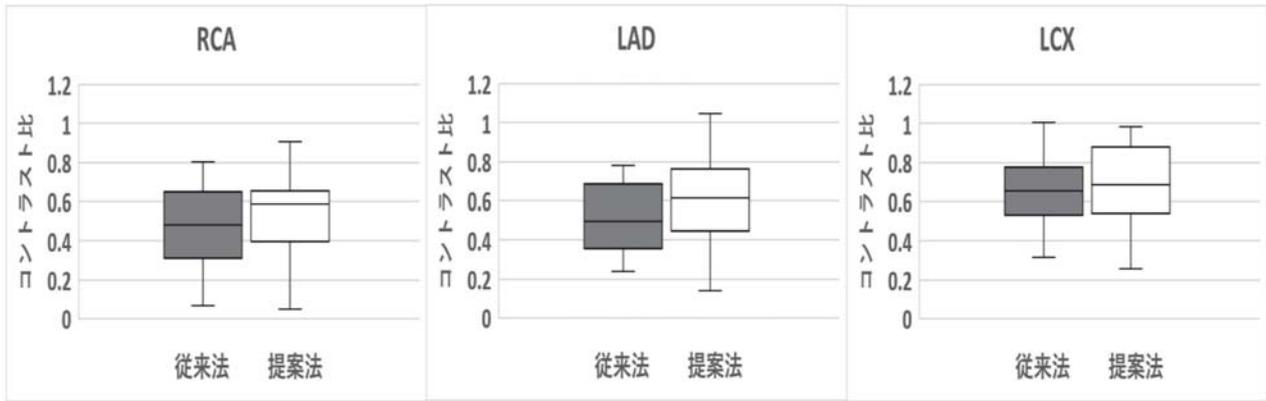


Fig.2 心筋に対する冠動脈のコントラスト比（従来法と提案法の比較）

一致度検定はWilcoxon検定を行い、全てにおいて、 $p > 0.05$ となった。

従って、RCA、LAD、LCXのいずれにおいても、コントラスト比に有意差は見られなかった (Fig.2)。

【考察】

・撮像時間

提案法ではRMCを30 mmに設定したことで100%に近い収集効率が得られ、撮像時間の大幅な短縮に繋がった。

また、Fast 3Dモードにより、k-space中心からwheel状に充填することで動きの影響の少ない画像を短時間で撮像できた。

・コントラスト比

従来法と提案法のコントラスト比に有意差は見られなかったことから、提案法はコントラストを低下させずに撮像時間を短縮可能である。

提案法のコントラスト比に有意差がなかった理由として、100%に近い呼吸周期で収集したことによる画質の劣化を、RMCによるスライス位置補正で補われたことによる効果が考えられる。

【まとめ】

Navigator echoによる横隔膜同期を併用した高速冠動脈MRAシーケンスを用いることにより、コントラストを低下させずに短時間で冠動脈MRAが撮像可能なことを示すことができた。