

Phase Contrast cine MRI の流量測定に対する ROI と 収集マトリクス数の影響

新潟大学医学部保健学科放射線技術科学専攻 ○高見澤 水穂(Takamizawa Mizuho) 近藤 達也
新潟大学医歯学総合病院診療支援部放射線部門 金沢 勉 齋藤 宏明 八木 悠太

【目的】

phase contrast (PC) 法は双極性傾斜磁場を印加することによって生じる組織間の位相差を利用する撮像方法であり、生じた位相差により血液の流速や流量などの評価が可能となる。流速と面積から求められる流量は心房中隔欠損など短絡性心疾患の診断などに利用されている。しかし、region of interest (ROI) の設定方法や撮像パラメータによる流量値への影響はよく知られていない。本研究では定常流ファントムを用いて、PC法における撮像時の収集マトリクス数とROIの設定が流量値に与える影響について検討した。

【方法】

MRI装置はPhilips社製 Ingenia 1.5T, ファントムはフヨー社製脈流循環型水ファントムALPHA FLOW MP-1を使用し、内径6 mmのアクリルチューブを用いて撮像を行い、MathWorks社製MATLABを用いて解析を行った。脈流循環型水ファントムのポンプ圧を一定にし、定常流により水を循環させ、1分間の流出量を2回測定し平均値を流量の実測値とし、流量とチューブ径から平均流速を求め実測値とした。2D cine PC法における収集マトリクス数とsignal-to-noise ratio (SNR) の影響を確認するため、スライス厚を変化させて撮像を行った。撮像条件は、acquisition matrix 500×500 , 250×252 , 168×167 , 124×125 , repetition time (TR) 5.1-13 ms, echo time (TE) 2.9-5.6 ms, bandwidth 306.2-310.0 Hz/pixel, field of view (FOV) 250×250 mm, recon pixel size 0.488×0.488 mm, スライス厚 10 mmとした。また、スライス厚 2, 5, 10, 15 mm, TR 10 ms, TE 5.7 ms, bandwidth 309.2 Hz/pixel, FOV 170×170 mm, acquisition matrix 172×170 , recon pixel size 0.322×0.322 mmとした。それぞれの撮像でflip angle 15° , heart phases 10, velocity encoding (VENC) 200 cm/sに設定した。ROIの設定方法をFig.1に示す。Fig.1 (a)とFig.1 (b)にそれぞれに示すように、位相画像と強度画像でそれぞれ高信号域に合わせて円形ROIを設定し、位相画像からROI内の面積と平均流速、流量を求め、それぞれを比較した。また、Fig.1 (c)に示すようにROIの直径をアクリルチューブの内径である6 mmに設定し、平均流速と流量を求め比較した。また、流速はROI内のピクセル値とDICOMヘッダー情報であるRescale Slope, Rescale Interceptから算出し、全10時相の平均値を用いた。

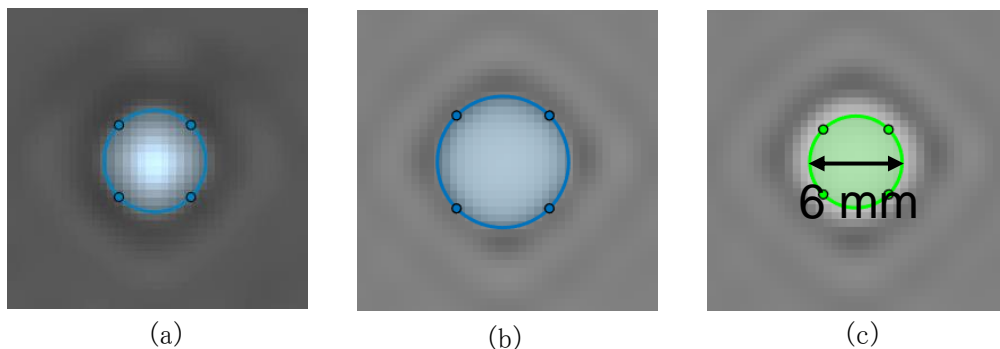


Fig.1 ROI の設定方法

- (a) 強度画像の高信号域に合わせた ROI
- (b) 位相画像の高信号域に合わせた ROI
- (c) ファントムのチューブ径に合わせた ROI

【結果】

ROIを高信号域に設定したときの結果をFig.2~4に示す。Fig.2は収集マトリクス数とROI面積の関係、Fig.3は収集マトリクス数と平均流速の関係、Fig.4は収集マトリクス数と流量の関係である。収集マトリクス数が小さくなるとROI面積は大きく、平均流速は小さくなり、面積と流速から求めた流量は大きくなった。また、強度画像の高信号域に合わせてROIを設定したとき、実測した流量との最大の差が約25%であったのに対し、位相画像の高信号域に合わせてROIを設定したとき、実測した流量との最大の差が約46%と顕著であった。また、ROIの大きさをファントムのチューブ内径に合わせたとき、収集マトリクス数を小さくしても平均流速と流量値は実測値と同程度であ

り、実測値との差は平均流速では7%以内、流量は±3%以内であった。また、Fig.5に示すようにスライス厚を大きくしても平均流速と流量値は実測値と同程度であったが各時相における平均流速と流量値にばらつきがみられた。

【考察】

収集マトリクス数が小さいとき、高信号域に合わせて設定したROI面積は大きく、平均流速は小さくなり、面積と流量の変化に伴い流量値は大きくなった。また、位相画像の高信号域に合わせてROIを設定したときの方が収集マトリクス数の影響を顕著に受けるので、高信号域に合わせてROIを設定するとき、強度画像の高信号域に合わせて設定する方が位相画像の高信号域に合わせて設定するよりも流量は正確に求められる。一方、ROIをファントムのチューブ径に合わせて設定するとき、収集マトリクス数とスライス厚を小さくしても平均流速と流量は実測値と同程度であった。このことから、収集マトリクス数が小さいとき、高信号域に合わせてROIを設定するよりも実際の面積に合わせてROIを設定する方が平均流速や流量は正確に求められると考えられる。したがって、ROIの半径を実際の径に合わせて設定することで収集マトリクス数の影響を受けにくいと考えられる。よって、実際の径を知るために高分解能の画像を取得したのちPC法で流量値測定を行うことでPC法による撮像は分解能を低く設定した撮像が可能となり、撮像時間の短縮が可能となると考えられる。また、スライス厚はSNRに影響を与え、スライス厚が小さくなるとSNRは低下する。SNRの低下によって平均流速と流量の各時相での値のばらつきが大きくなったことから、SNRは最大流速の測定には影響を与えるのではないかと考える。

【まとめ】

強度画像の高信号域に合わせてROIを設定するよりも位相画像の高信号域に合わせてROIを設定したときの方が収集マトリクス数の影響を受け流量が大きくなる傾向がある。したがって、強度画像の高信号域に合わせてROIを設定する方が位相画像の高信号域に合わせてROIを設定するよりも流量を求めるためには適していると考えられる。また、実際の面積に合わせてROIを設定することで収集マトリクス数の影響を受けにくいことから、収集マトリクス数を小さくしても実際の面積を求めることが可能であれば、高信号域に合わせてROIを設定するよりも正確に流量を求められると考えられる。また、SNRの低下によって各時相での流量値が大きくばらつくが平均流量に大きな影響を与えない。しかし、最大流速の測定には影響を与えられとされる。

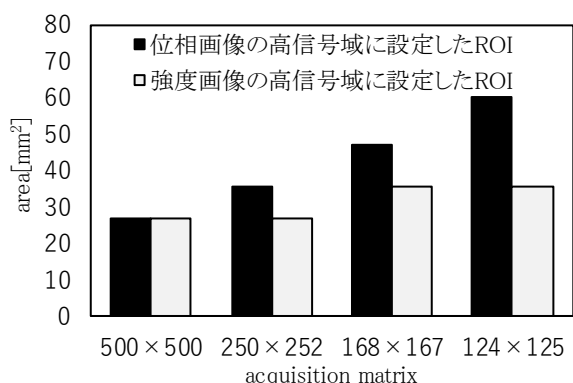


Fig.2 収集マトリクス数とROI面積の関係

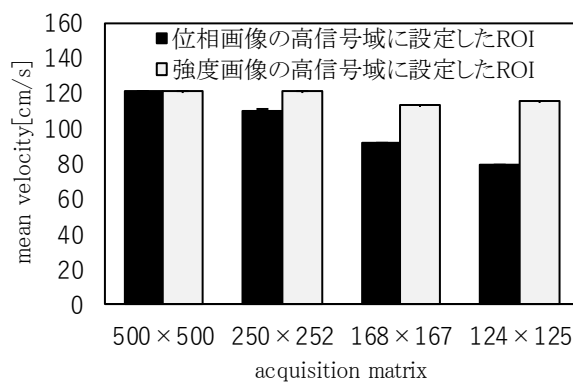


Fig.3 収集マトリクス数と平均流速

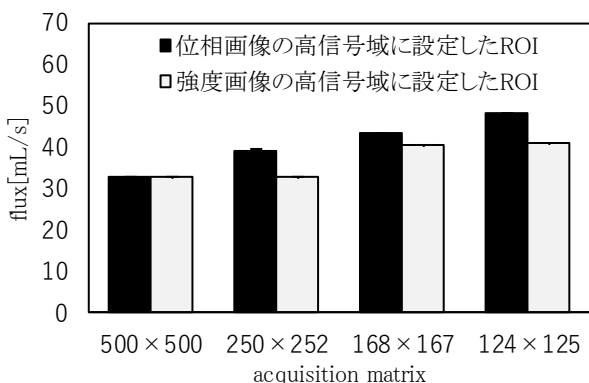


Fig.4 収集マトリクス数と流量

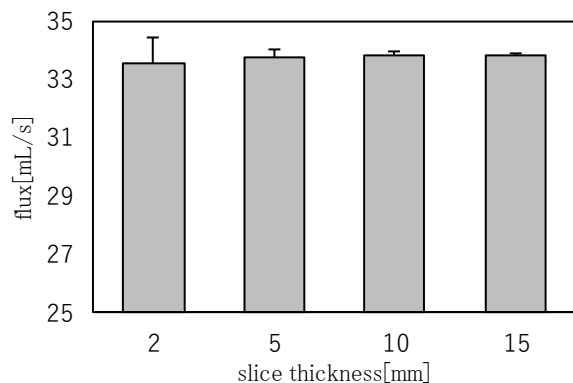


Fig.5 ROIをファントムのチューブ径に合わせてときのスライス厚と流量