427 高速 phase contrast 法による内胸動脈流速測定の見直し MR characterization of blood flow in native and grafted internal mammary arteries

広島大学医学部附属病院放射線部

○高羽 順子・中島 健雄・稚山 雄次・大石 康子・玖島 利男
(Junko Takaba)(Takeo Nakashima)(Yuuji Akiyama)(Yasuko Ooishi)(Toshio Kusima)

【目的】近年、虚血性心疾患の外科的手術である coronary-aorta bypass graft (CABG) に内胸動脈を用いることが一般的である。そこで、ECG triggered k space segmented gradient echo 法に phase contrast を組み合わせた FASTCARD-PC 法による内胸動脈流速測定の基礎的な検討を行う。

【使用機器】GE SIGNA HORIZON 1.5T (ver 5.5.2z)

【方法】1) 内径 10 mm のチューブファントムによる Conventional-PC 法(以下 CINE PC 法)と FASTCARD-PC 法の流速測定を行った。

2) 正常健康者 男性 10 人 [年齢 23~45 才(平均 30.6 才)、心拍数 45~78 bpm (平均 64.7 bpm)] を対象とし、3 inch surface coil を用いて下記の撮像法により肺動脈分岐位置での横断面を撮像した。

- FASTCARD-PC 法の 4 views/segment において、息止めて撮像
- FASTCARD-PC 法の 2 views/segment において、呼吸下にて撮像
- CINE-PC 法において、呼吸下にて呼吸補正の有無での撮像

【検討項目】計測した内胸動脈流の収縮期の最大値 (Systolic Peak Velocity: SPV) と拡張期の最大値 (Diastolic Peak Velocity: DPV) の平均流速値について、以下の検討を行った。

- 2 回の撮像および測定に対する流速測定の再現性
- phase encode 方向の違いによる影響
- CINE-PC 法において、呼吸補正の有無による影響

次に、全ての撮像法において phase encode 方向を RL にし、CINE-PC 法においては呼吸補正を併用した撮像データをもとに以下の検討を行った。

- 観察者 (4 人) 間での測定値の変動
- FASTCARD-PC 法と CINE-PC 法の流速値の相関

【結果】1) ファントムでの流速測定では、流量計指示値に対し各シーケンス共 $\pm 2.5\%$ ($R > 0.99$) の範囲で測定出来た。なお、FASTCARD-PC 法は CINE-PC 法に比べ、4 views で 4.8%、2 views で 0.6% 過大評価する傾向にあった。

2) 正常健康者による内胸動脈の流速測定の再現性について、a) 撮像 2 回において約 7%、同一画像の測定 2 回においては約 6% のばらつきがあった。b) phase encode 方向を RL 方向から AP 方向に変更することで、流速値は約 6.3% ほど高くなる傾向にあった。c) CINE-PC 法において、呼吸補正の無しでは有りに比べ、流速値は約 10% の過大評価の傾向にあった。d) 観察者間での変動は、平均 8.2% であった。e) 内胸動脈の流速測定値は、ファントムでの結果と同様に FASTCARD-PC 法が CINE-PC 法に比べ過大評価する傾向にあった。しかし、収縮期の最大流速と拡張期の最大流速に対する比は、0.24 ~ 0.28 と良い相関が得られた。

【考察】FASTCARD-PC 法において、1) 最短値の TR と TE を選択し、view-sharing re-construction を用いることにより、画像の実効時間分解能は 4 views で 40ms、2 views で 20ms となり、CINE-PC 法と同等あるいはより多くの phase image が得られ、動態画像として有用と思われる。

2) phase encode 方向の違いによって、約 6% のばらつきがあり、測定対象部位に artifact が重ならないような phase encode 方向を選択すべきであると考えられる。

3) CINE-PC 法に対し、2 views の流速値は 1.1636 と高い値を示したが、FASTCARD-PC 法において呼吸同期が可能であれば CINE-PC 法に対する相関も良くなると考えられる。

【結論】FASTCARD-PC 法は短時間で撮影出来、CINE-PC 法と同等な流速値が得られる。そのため内胸動脈流速測定に応用可能であり、CABG 術後の補助的な評価に有用と思われる。

Table 1. Inter-measurement Variability

Reproducibility	
Interstudy (%)	7.2 ± 1.0
Intrastudy (%)	5.8 ± 1.0
Phase encode directions (%)	8.3 ± 1.0
Resp. Comp. status at CINE-PC (%)	10.0 ± 2.1

Note: Values are the mean of the absolute differences between the two measurements over the mean of the two measurements. Plus or minus the standard error of the mean.

* Variability of phase encoding directions: 1. FastCard (conventional) and 2. FastCard (PC) and 3. CINE-PC (no resp. comp.) and 4. CINE-PC (resp. comp.).

Table 2. Interobserver Variability

SPV (%)	7.0 ± 3.8
DPV (%)	9.3 ± 4.3
Average (%)	8.2 ± 4.4

Note: Values are presented as mean ± standard error. SPV: systolic peak velocity, DPV: diastolic peak velocity. Average is the average of the SPV and DPV values.

Table 3. Flow velocity at native IMA in 10 normal volunteers

	FASTCARD-PC (4 views)	FASTCARD-PC (2 views)	CINE-PC Conventional
SPV (cm/sec)	31.4 ± 9.0	32.7 ± 11.8	29.5 ± 8.1
DPV (cm/sec)	8.52 ± 2.01	8.25 ± 2.01	7.58 ± 2.11
DPV/SPV	0.28 ± 0.08	0.24 ± 0.08	0.27 ± 0.08

Note: DPV: DPV, SPV: systolic peak velocity, DPV: diastolic peak velocity.