

<원저>

## 위상대조도 자기공명영상을 이용한 심장 혈류평가에 있어서 호흡정지 기법과 비 호흡정지 기법의 비교평가

### - The Assessment of the Breath Hold and the Free Breath Methods about the Blood Flow Evaluation by Using Phase Contrast MRI -

건국대학교병원

김성호

— 국문초록 —

자기공명영상을 이용한 심장혈류의 측정은 호흡과 심장의 불수의적인 움직임으로 인해 제한되어 왔다. 따라서 본 연구에서는 심장혈류의 측정값을 비교하여 적절한 호흡방법과 영상변수를 제시하고 위상대조도 자기공명영상을 통한 심장혈류검사의 정확성을 향상시키고자 하였다. 연구 대상자는 정상의 지원자 15명(남: 10명, 여: 5명) 평균연령: 30±5.2세를 대상으로 하였다. 상행대동맥과 하행대동맥에서 위상대조도 자기공명영상을 이용하여 각각 호흡정지 retrospective 1NEX와 비 호흡정지 retrospective 1-3NEX로 검사하여 비교하여 평가하였다. 연구 결과 상행대동맥에서 호흡정지 retrospective 1NEX의 평균혈류량/평균혈류속도는 각각 96.17±19.12ml/sec, 17.04±4.12cm/sec로 비 호흡정지 retrospective 1NEX의 72.31±13.27ml, 12.32±3.85cm/sec와는 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p < 0.05$ ). 반면에 2NEX에서는 평균혈류량과 평균혈류속도가 101.90±24.09, 16.84±4.32, 3NEX에서는 103.06±25.49, 16.88±4.19로 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다( $p > 0.05$ ). 하행대동맥에서 호흡정지 retrospective 1NEX의 평균혈류량/평균혈류속도는 76.68±19.72ml/sec, 22.23±4.8cm/sec로 비 호흡정지 retrospective 1-3NEX와 비교 시 유의한 차이를 보이지 않았다. 그러므로 비 호흡정지 retrospective 방법은 NEX의 증가에 따라 호흡정지 retrospective 방법과 비교하여 심장혈류 측정값에 유의한 차이점이 없기 때문에 숨을 잘 참지 못하거나 또는 소아환자에게 있어서 심장혈류 검사의 진단적 가치를 높여줄 것으로 사료된다.

**중심 단어:** 위상대조도 자기공명영상, 심장혈류평가, 호흡동기화

## 1. 서 론

자기공명영상을 이용한 심장질환의 평가는 1980년대부터 시도되어 왔다<sup>[1]</sup>. 하지만 심장의 움직임에 따른 위상오류(phase error)가 발생하고 심장동기화(ECG-synchronized)를 통한 검사를 실시해야 하기 때문에 부정맥 환자의 영상 오류가 심해 제한적으로 이용되었다. 그러나 실시간 영상이 가능한 parallel imaging 기법의 등장으로 영상획득 시간이

크게 단축되었다<sup>[2,3]</sup>. 이러한 기법을 이용한 위상대조도 자기공명영상(phase contrast magnetic resonance imaging, PC MRI)은 영상의 각 화소로부터 혈류속도를 측정할 수 있고, 이를 혈관면적과 곱하면 혈류량을 측정할 수 있다(Fig. 1). 이는 경사자장을 따라 움직이는 양자들의 속도와 방향에 비례하여 발생한 혈류의 위상이동에 대한 비침습적인 평가를 가능하게 한다<sup>[4]</sup>. 정지된 양자들은 위상 이동을 만들지 못하며, 움직이는 양자와 정지된 양자들 사이에서

Corresponding author: Seong-Ho Kim, Department of Radiology, Konkuk University Medical center

Tel: +82-2-2030-5568 / E-mail: p79pooh@kuh.ac.kr

Received 30 April 2016; Revised 16 May 2016; Accepted 20 June 2016

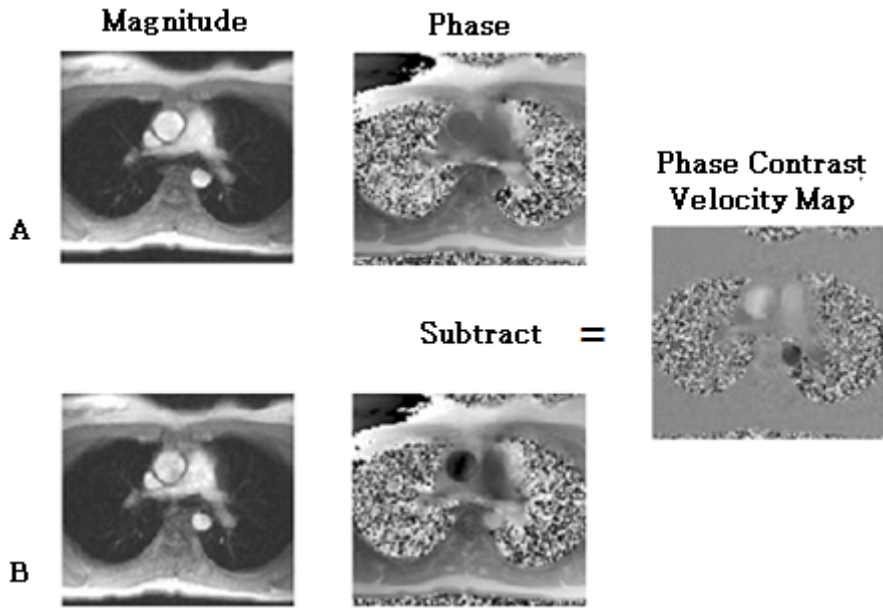


Fig. 1 Phase contrast MR images; (A) reference scan, (B) velocity encoded scan

위상 이동의 차이를 측정할 수 있고, 움직이는 스핀의 위상 차이가 속도에 비례한다는 점을 이용하여 혈류의 속도를 측정할 수 있다. Donald W(2007) 등이 제시한 위상대조도 자기공명영상의 수식은 다음과 같다.

세차주파수의 시간을 적분한 것이 스핀의 위상(phase)이다(식1).

$$\Phi = \int \omega dt \quad \text{식 (1)}$$

x방향으로 스핀의 이동을 다음과 같이 나타낼 수 있다(식2).

$$\Phi = \gamma \int (B_0 + G_x(x + vt)) dt \quad \text{식 (2)}$$

지속시간과 진폭을 고려한 위상차를 다음과 같이 나타낼 수 있다(식3).

$$\Phi = \gamma \int_0^T Gvt \cdot dt = \left[ \frac{1}{2} \gamma v Gt^2 \right]_0^T = \frac{1}{2} \gamma v GT^2 \quad \text{식 (3)}$$

따라서 움직이는 스핀의 위상이동은 자기장 안에서 다음과 같은 공식에 따른다(식4).

$$\Phi = \gamma \cdot G \cdot v \cdot \tau \cdot T \quad \text{식 (4)}$$

( $\gamma$ : 자기회전비,  $G$ : 경사자기장의 세기,  $v$ : 혈류속력,  $\tau$ : 펄스지속시간,  $T$ : 펄스간격)

위상대조도 자기공명영상에서 획득한 정보는 일련의 과정을 거쳐 두 개의 영상으로 나타난다. 하나는 자기강도 영상(magnitude image)으로 위상 차이에 따른 신호 크기로 표현되며, 주로 해부학적 정보를 제공한다. 다른 하나는 속도부호화 영상(velocity image)으로 속도를 계산하기 위한 위상 정보를 가지고 있어 혈류의 방향과 속도를 알기 위해 사용된다<sup>[5,6]</sup>. 이러한 위상대조도 자기공명영상은 최근 sequence의 발전으로 인해 호흡을 멈추거나 쉬면서 수행될 수 있다.

심장 자기공명 영상에서 호흡문제는 심장 박동에 의한 허상과 함께 영상의 질을 결정하는 중요한 요소이다. 따라서 심장의 혈류에 대한 자기공명영상 측정은 혈관의 작은 직경 그리고 호흡운동에 의해 매우 어려운 과제였다. 따라서 심 박동에 따른 동기화와 호흡 동기화 방법이 많이 연구되었고, 실제 영상에서 사용되고 있다(Fig. 2).

최근 자기공명영상은 대부분 20초 내외의 단일 호흡시간 동안 처리하여 호흡에 따른 허상을 감소시킨다. 또한 심장 혈류 및 혈류 역전에 대한 호흡 정지 MR 평가는 분절 k-공간 획득(segmented k-space acquisition)과 나선형 자기공명영상(spiral MRI)과 같은 초고속 자기공명영상을 이용해 가능하게 되었다<sup>[7-11]</sup>. 움직이는 심장에 대한 검사는 호흡정지 기법을 사용한 검사 방법이 표준이지만 호흡정지는 흉강 내압을 발생시켜 혈류에 영향을 미치게 되므로 혈류정보의 생리적 변화가 우려된다<sup>[12-13]</sup>.

본 연구에서는 위상대조도 자기공명영상을 이용하여 상행대동맥과 하행대동맥에서 호흡정지(breath-hold)한 상

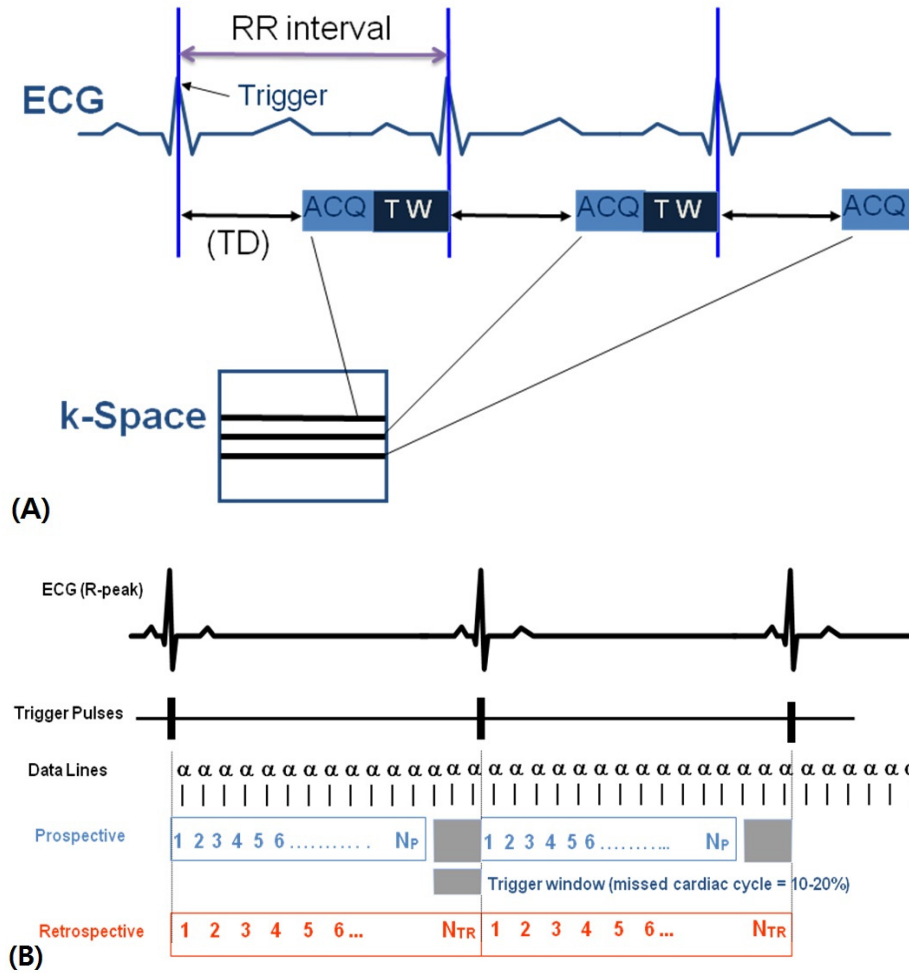


Fig. 2 Cardiac cycle diagram; (A) during the images acquisition RR interval, (B) prospective triggering and retrospective gating

태에서의 자기공명혈류 측정과 자유로운 호흡을 이용한 비 호흡정지(free-breath) 자기공명혈류 측정과의 유의성에 대해 비교하여 심장혈류 검사의 정확성을 알아보고자 한다.

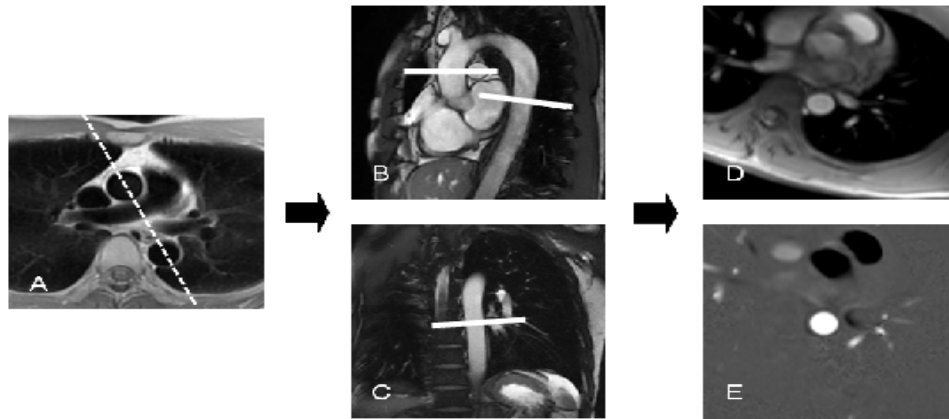
## II. 대상 및 방법

### 1. 연구대상

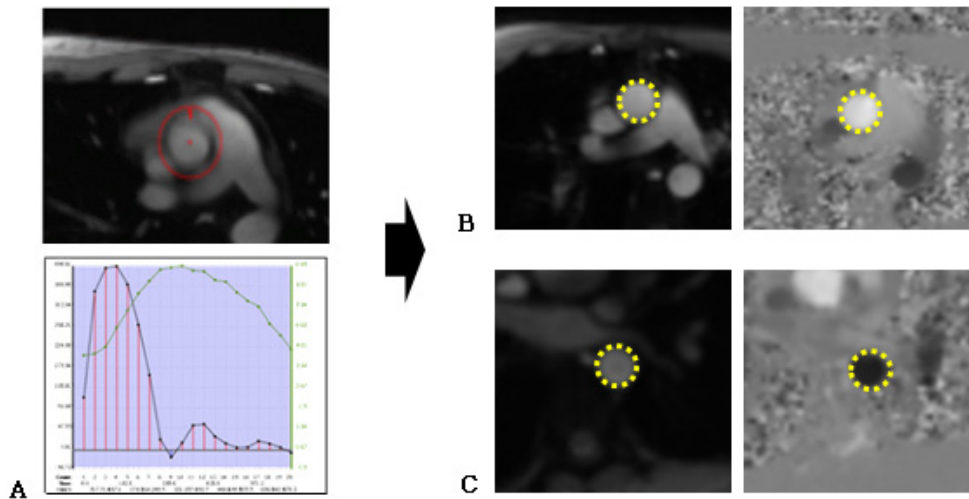
2016년 2월 10일부터 2016년 4월 30일까지, 심혈관계의 특별한 이상이 없는 정상의 지원자 15명을 대상으로 하였고, 평균 나이는  $30 \pm 5.2$ (25~43)세였으며 남자가 10명, 여자가 5명이었다.

### 2. 검사방법

검사에 사용된 장비로는 MAGNETOM Skyra 3.0T (SIEMENS, Erlangen, Germany)와 32 channel body coil 을 사용하여 상행대동맥(ascending aorta)와 하행대동맥(descending aorta)에서 혈류 정보의 정량적 측정을 위해 위상대조도 자기공명영상을 시행하였다. 영상 변수로는 TR 과 TE를 47.60, 3.53msec로 하였고, flip angle은  $20^\circ$ 로 정하였다. Matrix size는  $132 \times 192$ 이었고, slice thickness/spacing은 6/1.2mm, FOV는  $233 \times 340$ mm로 하였다. VENC는 velocity image에서 aliasing artifact 없이 높은 signal to noise ratio(SNR)을 얻기 위해 가능한 낮게 설정하였다(ascending aorta:150cm/s, descending aorta: 120cm/s). 검사는 동일 환자를 대상으로 retrospective gating을 사용하였고, 영상 단면을 through-plane방법으로 상행대동맥과 하행대동맥에 대하여 각각 수직으로 위치



**Fig. 3** Image plane; A: morphology image, B: ascending aorta view, C: descending aorta view D: magnitude image, E: velocity image



**Fig. 4** ROI selection; A: automatic program ROI measurement, B: ascending aorta magnitude and velocity image, C: descending aorta magnitude and velocity image

시켜 한 번의 검사마다 심장주기에 맞추어 위상이 다른 20개의 영상을 4 segments로 획득하였다(Fig. 3).

호흡정지 영상은 상행대동맥과 하행대동맥 모두 retrospective gating을 사용하여 1NEX에서만 검사하였으며, 비 호흡정지 영상은 retrospective gating을 사용하여 NEX를 1-3으로 변화하면서 검사하였다.

### 3. 영상분석

두 방법에 의해 획득된 영상의 분석은 HeartPro version 2.0.1(MedVoxel, Toronto, Canada)을 사용하여 20개의 위상이 다른 영상을 이용해 magnitude와 velocity image에 관심영역(region of interest, ROI)을 자동으로 설정하여 average flow, average velocity등을 측정하였다(Fig. 4).

이 때 ROI의 선택은 혈류의 흐름을 나타내는 혈관을 따라 자동으로 그렸으며, 상행대동맥과 하행대동맥에서 호흡정지 retrospective gating 1NEX와 비 호흡정지 retrospective gating에서 NEX를 변화(1-3NEX)하여 얻어진 결과 값의 평균과 표준편차를 구하고 얻어진 평균을 통해 호흡정지와 비 호흡정지 영상을 각각 비교하였다. 심장의 평균혈류량과 평균혈류속도의 편차 범위는 임상에서 일반적으로 이용되는 10%이내를 수용할 수 있는 기준으로 정하였고, 비 호흡정지 방법에 의해 구해진 각각의 혈류측정 값은 호흡정지 방법에 의해 구해진 혈류측정 값과 정량적으로 비교 분석하였다. 통계적 분석은 SPSS version 23을 이용하여 유의성을 검정하였으며, 유의 수준은  $p$  값 0.05 이하일 때 유의하다고 판단하였다.

**Table 1** Demographic characteristics and data overview

Variable	
Age	30±5.2
Male	10
Female	5
TR:Temporal Resolution	48.05±1.01ms
HR:Heart Rate	62.45±1.35beats/min
FR:Flow Rate	4.11±0.53L/min
Area	4.83±0.76cm <sup>2</sup>

**Table 2** Summary of the results of the different measurements in the ascending aorta

	BH_1NEX	FR 1NEX	FR 2NEX	FR 3NEX	F	P
RS_AF_AA	96.17±19.12 <sup>a</sup>	72.31±13.27 <sup>b</sup>	101.90±24.09 <sup>a</sup>	103.06±25.49 <sup>a</sup>	6.044	0.001
RS_AV_AA	17.04±4.12 <sup>a</sup>	12.32±3.85 <sup>b</sup>	16.84±4.32 <sup>a</sup>	16.88±4.19 <sup>a</sup>	4.051	0.012

RS: Retrospective, AF: Average Flow(ml/sec), AV: Average Velocity(cm/sec), AA: Ascending Aorta, BH: Breath Hold, FR: Free Breath

**Table 3** Summary of the results of the different measurements in the descending aorta

	BH_1NEX	FR 1NEX	FR 2NEX	FR 3NEX	F	P
RS_AF_DA	79.68±19.72	76.31±19.88	75.48±20.25	75.85±19.93	0.128	0.943
RS_AV_DA	22.23±4.83	21.10±5.75	20.86±5.64	21.32±5.54	0.155	0.926

DA: Decending Aorta

### III. 결 과

#### 1. 인구 통계적 특성

전체 15명의 환자(남자: 10명, 여자: 5명)를 대상으로 나이, TR, HR, FR, Area의 평균값과 표준편차를 산출하여 각각의 항목에 대하여 기술하였다. TR은 각각의 phase당 시간분해능을 말하며, HR은 검사에 참여한 대상자들의 심박동수를 의미한다. FR은 분당 혈류흐름을 의미하며, Area는 위상대조도 자기공명영상을 통해 얻어진 혈관 내경의 면적을 나타낸 것이다(Table 1).

#### 2. Ascending aorta에서의 혈류측정 비교

상행대동맥에서 호흡정지 retrospective 1NEX의 평균혈류량과 평균혈류속도는 각각 96.17±19.12ml/sec, 17.04±4.12cm/sec로 비 호흡정지 retrospective 1NEX의 72.31±13.27ml/sec, 12.32±3.85cm/sec와는 평균혈류량, 평균혈류속도 모두 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p < 0.05$ ). 반면에 비 호흡정지 retrospective 2 NEX의 101.90±24.09ml/sec, 16.84±4.32cm/sec와 3NEX

103.06±25.49ml/sec, 16.88±4.19cm/sec와는 평균혈류량, 평균혈류속도 모두 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다( $p > 0.05$ )(Table 2).

#### 3. Descending aorta에서의 혈류측정 비교

하행대동맥에서 호흡정지 retrospective 1NEX의 평균혈류량과 평균혈류속도는 각각 79.68±19.72ml/sec, 22.23±4.83cm/sec로 비 호흡정지 retrospective 1NEX 76.31±19.88ml/sec, 21.10±5.75cm/sec, 2NEX 75.48±20.25ml/sec, 20.86±5.64 cm/sec, 3NEX 75.85±19.93ml/sec, 21.32±5.54cm/sec 모두 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다( $p > 0.05$ )(Table 3).

### IV. 고 찰

MRI 검사에서 심장의 기능 평가를 위한 정량적 측정은 어느 임상 영역보다 심장학에서 아주 중요한 역할을 담당하고 있다. 특히, 위상대조도 자기공명영상에서는 혈관 내부의 혈류 차이를 계산할 수 있어 평균 혈류량의 평가가 우수

한 것으로 판명되었다<sup>[14]</sup>. 뿐만 아니라 위상대조도 자기공명 영상은 심장 및 대혈관에 대한 비 침습적 평가를 제공할 수 있다. 하지만 심장동맥의 혈류에 대한 MR 측정은 혈관의 작은 직경 그리고 호흡 운동에 의해 매우 어려운 과제였다. 따라서 임상에서는 호흡에 의한 움직임을 최소화하기 위해 대부분 호흡정지 방법으로 검사를 시행한다. 그러나 호흡정지 방법은 심박출량의 심각한 감소를 유발하는 것으로 알려져 있다. 이는 심장으로의 정맥환류가 감소되기 때문이다<sup>[15]</sup>. 이러한 호흡정지 방법의 기술적 단점은 40ms 정도의 낮은 temporal resolution과 RR간격 동안에 30장 정도의 영상을 얻어야 한다는 것이다<sup>[16,17]</sup>. 반면에 비 호흡정지 방법으로 영상을 얻을 때 가장 큰 단점은 영상 획득 시간이 길다는 것이다. 따라서 호흡에 의해 발생할 수 있는 움직임의 영향을 받을 수 있다.

HARA AK 등은 main portal vein과 superior mesenteric artery에서 시행된 연구 결과에서 main portal vein에서는 호흡정지 기법이 모든 면에서 우수하며 superior mesenteric artery에서는 비 호흡정지 기법이 우수하다고 보고하였다<sup>[18]</sup>. Sebastian Ley 등은 pulmonary artery와 ascending aorta에서 시행된 호흡정지와 비 호흡정지의 retrospective와 prospective 기법의 연구에서 비 호흡정지 prospective triggering 기법이 가장 유용하다고 보고 함에 따라 각각 상이한 결과를 내놓았다<sup>[19]</sup>. 스핀의 위상오류(phase error)가 나타나는 이유는 자기장의 불균질성이나 움직이는 구조물일 경우에 나타날 수 있다. 이러한 오류를 최소화 하기 위해서 데이터 샘플링(data sampling)을 증가시켜 신호감소를 최소화할 필요가 있다<sup>[20]</sup>. 이처럼 심장검사에 있어서 아직까지 호흡정지 기법과 비 호흡정지 기법에 대한 검사의 기준이 최적화 되어있지 않아 심장검사의 혈류평가에 있어서 더 자세한 연구가 필요하게 되었다. 본 연구에서는 상행대동맥에서 호흡정지 retrospective 기법의 평균혈류량과 평균혈류속도는 비 호흡정지 retrospective 기법과 유의한 차이를 보이다가 NEX가 증가함에 따라 유의한 차이를 보이지 않았다. 하행대동맥에서 호흡정지 retrospective 기법의 평균혈류량과 평균혈류속도는 NEX의 크기에 상관없이 유의한 차이를 보이지 않았다. 이는 Descending aorta가 상대적으로 ascending aorta보다 움직임이 적기 때문에 스핀 위상오류(phase error)가 적기 때문일 것으로 판단된다. 상행대동맥에서 호흡정지 retrospective 기법이 비 호흡정지 retrospective 기법과 혈류측정값에 있어서 유의한 차이를 보이다가 NEX의 증가에 따라 유의한 차이를 보이지 않은 것은 호흡에 의해 생겼던 스핀의 위상오류가 NEX의 증가로 인해 데이터 샘플링이 증가하여 신호의 중첩으로 그 차이를 보충했기 때

문으로 사료된다.

본 연구의 제한점으로는 충분한 지원자를 대상으로 검사를 시행하지 못하였고, 측정의 오차를 충분히 고려하지 못한 것이 아쉬운 점이라 할 수 있겠다.

## V. 결 론

2016년 2월 10일부터 2016년 4월 30일까지, 심혈관계의 특별한 이상이 없는 정상인 지원자 15명을 대상으로 호흡동기화를 통한 위상대조도 자기공명영상을 시행한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 상행대동맥에서는 호흡정지 retrospective 1NEX 방법과 비 호흡정지 retrospective 1NEX 방법은 심장 혈류 측정값에 통계적으로 유의한 차이가 있었지만 ( $p < 0.05$ ), NEX를 증가시킴에 따라 그 차이가 감소해 2NEX 이상부터는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.
2. 하행대동맥에서는 호흡정지 retrospective 1NEX 방법과 비 호흡정지 retrospective 1-3NEX 모두 심장 혈류 측정값이 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

이상의 본 연구결과에서 비 호흡정지 retrospective 방법은 NEX의 증가에 따라 호흡정지 retrospective 방법과 비교하여 심장혈류 측정에 유의한 차이점이 없기 때문에 숨을 잘 참지 못하거나 또는 소아환자에게 있어서 심장혈류 검사의 진단적 가치를 높여줄 것으로 사료된다.

## REFERENCES

1. Higgins, Charles B., et al. "Functional evaluation of the heart with magnetic resonance imaging." *Magnetic resonance in medicine* 6(2), 121-139, 1988
2. Zhang, Shuo, et al. "Real-time magnetic resonance imaging of cardiac function and flow—recent progress." *Quantitative imaging in medicine and surgery* 4(5), 313-329, 2014
3. Weiger, Markus, Klaas P. Pruessmann, and Peter Boesiger. "Cardiac real-time imaging using SENSE."

- Magnetic Resonance in Medicine 43,2, 177-184, 2000
4. Maier SE, Meier D, Boesiger P, et al. Human abdominal aorta : comparative measurements of blood flow with MR imaging and multigated doppler US. Radiology, 171, 487-492, 1989
  5. Donald W "MRI From Picture to Proton", second edition p269, 2006.
  6. Joachim Lotz, Christian Meier, Andreas Leppert. Cardiovascular Flow Measurement with Phase- Contrast MR Imaging : Basic Facts and Implementation. RSNA, 22, 651-671, 2002
  7. O'Donnell M, NMR blood flow using multiecho, phase contrast sequences. Med Phys, 12, 59-64, 1985
  8. Singer JR. Blood flow rates by NMR measurements. Science, 130, 1652-1653, 1959
  9. Sakuma H, Kawada N, Takeda K, Higgins CB. MR measurement of coronary blood flow. J Magn Reson Imaging, 10, 728-733, 1999
  10. Steffens JC, Bourne MW, Sakuma H, O'Sullivan M, Higgins CB. Quantification of collateral blood flow in coarctation of the aorta by velocity encoded cine magnetic resonance imaging. Circulation, 90, 937-943, 1994
  11. Kayser HW, Stoel BC, van der Wall EE, van der Geest RJ, de Roos A. MR velocity mapping of tricuspid flow: correction for through-plane motion. J Magn Reson Imaging, 7, 669-673, 1997
  12. Hundley WG, Li HF, Lange RA, et al. Magnetic resonance imaging assessment of the severity of mitral regurgitation: comparison with invasive techniques. Circulation, 92, 1151-1158, 1995
  13. Spritzer CE, Pelc NJ, Lee JN, Evans AJ, Sostman HD, Riederer SJ. Rapid MR imaging of blood flow with a phase-sensitive, limited-flip-angle, gradient recalled pulse sequence: preliminary experience. Radiology, 176, 255-262, 1990
  14. O'Donnell M. NMR blood flow imaging using multi-echo, phase contrast sequences. Med Phys, 12, 59-64, 1985
  15. Evans AJ, Iwai F, Grist TA, Sostman HD, Hedlund LW, Spritzer CE, et al. Magnetic resonance imaging of blood flow with a phase subtraction technique: In vitro and in vivo validation. Invest Radiol, 28, 109-115, 1993
  16. Ferringno M, Hickey DD, Liner MH, Lundgren EG. Cardiac performance in humans during breath-holding. J Appl Physiol, 1871-2817, 1986
  17. Rominger MB, Kluge A, Dinkel HP, Bachmann GF. Comparison between biventricular cine MRI and MR flow quantification in ascending aorta and pulmonary outflow tract for the assessment of intracardial shunt volumes. Fortschr Rontgenstr, 174, 1380-1386, 2002
  18. Rominger MB, Kluge A, Bachmann GF. Biventricular MR volumetric analysis and MR flow quantification in the ascending aorta and pulmonary trunk for quantification of valvular regurgitation. Fortschr Rontgenstr, 176, 342-349, 2004
  19. Abdominal phase-contrast MR angiography: breath-hold versus non-breath-hold techniques. J Magn Reson Imaging, Jan-Feb, 6(1), 94-98, 1996
  20. Yang, Roberta K., et al. "Optimizing Abdominal MR Imaging: Approaches to Common Problems 1." Radiographics 30(1), 185-199, 2010

**•Abstract**

## The Assessment of the Breath Hold and the Free Breath Methods about the Blood Flow Evaluation by Using Phase Contrast MRI

Seong-Ho Kim

*Department of Radiology, Konkuk Medical center*

Measurement of cardiac blood flow using the magnetic resonance imaging has been limited due to breathing and involuntary movements of the heart. The present study attempted to improve the accuracy of cardiac blood flow testing through phase contrast magnetic resonance imaging by presenting the adequate breathing method and imaging variables by comparing the measurement values of cardiac blood flow. Each was evaluated by comparing the breath hold retrospective 1NEX and non breath hold retrospective 1-3NEX in the ascending aorta and descending aorta. As a result, the average blood flow amount/velocity of the breath hold retrospective 1NEX method in the ascending aorta were  $96,17 \pm 19,12$  ml/sec,  $17,04 \pm 4,12$  cm/sec respectively, which demonstrates a statistically significant difference ( $p < 0,05$ ) with the non-breath hold retrospective method 1NEX of  $72,31 \pm 13,27$  ml and  $12,32 \pm 3,85$ . On the other hand, the average 2NEX blood flow and mean flow velocity is  $101,90 \pm 24,09$ ,  $16,84 \pm 4,32$ , 3NEX  $103,06 \pm 25,49$ ,  $16,88 \pm 4,19$  did not show statistically significant differences ( $p > 0,05$ ). The average blood flow amount/velocity of the breath hold retrospective 1NEX method in the descending aorta were  $76,68 \pm 19,72$  ml/s, and  $22,23 \pm 4,8$ , which did not demonstrate a significant difference in comparison to non-breath hold retrospective method 1-3 NEX. Therefore, the non breath hold retrospective method does not significantly differ in terms of cardiac blood flow in comparison with the breath hold retrospective method in accordance with the increase of NEX, so pediatric patients or patients who are not able to breathe well must have the diagnostic value of their cardiac blood flow tests improved.

**Key Words :** Phase contrast MRI, Cardiac blood flow evaluation, Respiration synchronization