

Phase Sensitive Delayed Enhancement Image for Myocardial Viability Assessment; Comparison Study with True FISP and Turboflash IR Sequence

김상윤*, 이활*, 정진욱*, 제한준*, 최상일*, 박재형*

1. 서론

MRI 를 이용한 허혈성심질환의 평가가 최근 많이 행하여 지고 있으며 그 중에서도 MRI의 가장 뛰어난 특징 중 하나는 infarct myocardium을 직접 볼 수 있는 delayed enhancement 이다. infarct myocardium 은 조영제를 주입하고 5분에서 20분 정도의 delay를 준 후 영상을 얻으면 infarct myocardium은 정상 또는 허혈성 변화는 있지만 아직 생존해있는 myocardium에 비하여 더 강한 조영증강을 보인다. 이러한 현상은 그 조영증강의 차이를 강조하여 표현할 수 있는 inversion recovery(IR) pulse sequence 가 소개되면서 더욱 널리 알려졌으며 또한 현재는 거의 모든 cardiac MR의 routine pulse sequence로 사용되고 있다. 하지만 이러한 IR를 이용한 delayed enhancement 를 보기 위한 pulse sequence 는 중요한 pitfall 을 가지고 있는데 이는 병변의 대조도의 차이가 inversion time에 많은 영향을 받는다는 사실이다. 가장 적절한 inversion time 은 정상 myocardium의 신호가 0이 되는 시점이지만 이 시점이 사람마다 다르고 또한 조영제 주입후의 시간에도 많은 영향을 받아 검사도중에도 조금씩 바뀌게 된다. 따라서 가장 적절한 inversion time을 찾기 위하여는 여러 inversion time을 순차적으로 적용하여 그 중 가장 적절한 시점을 고르는 step 을 미리 거쳐야 하는 불편함이 있다. 이러한 step 의 증가는 검사 시간을 증가시키며 operator dependent 하므로 오류가 개입될 가능성이 있다. Phase-sensitive IR delayed enhancement 는 inversion time에 reference scan을 추가하여 그 차이를 영상화하는 기법이다. 이러한 phase-sensitive IR 영상은 최근에 소개되었으며 임상적으로 사용가능한지 또는 기존의 방법에 비하여 어떠한 차이가 있는지 알려지지 않았다. 이에 본 연구에서는 phase-sensitive IR 를 기존의 사용하는 true FISP IR 과 turbo Flash IR 의 영상과 비교하여 그 유용성 및 차이점을 알아보려고 하였다.

2. 대상 및 방법

본원에 cardiac MR 이 의뢰된 환자중 연속적인

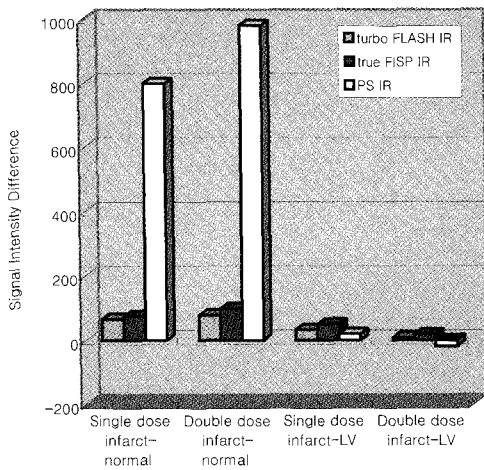
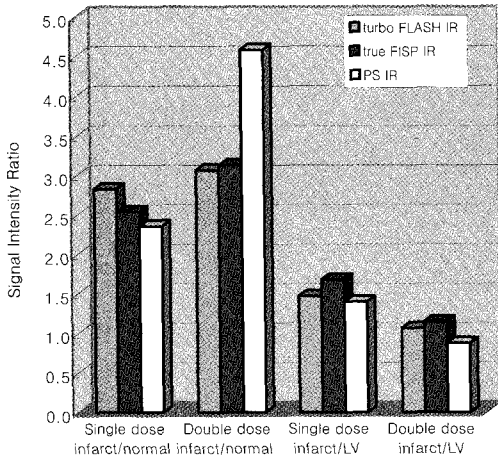
* 서울대학교병원 의과대학 방사선과학교실

37명의 환자를 대상으로 하였다. 환자는 모두 급성제 주입양에 따라 두개의 군으로 나누었으며 1군은 0.1 mM/kg, 2군은 0.2 mM/kg 의 gadolinium-DTPA(Magnevist, Schering)를 antecubital vein을 통하여 주입하였다. 모든 환자에서 조영제를 주입 후 Phase sensitive IR 영상을 얻었고 추가로 TI scout 영상을 얻은 후 적절한 inversion time을 선정하여 infarct 있는 3개의 segment 에서 얻어진 inversion time을 이용하여 true FISP 과 Turboflash 를 이용한 inversion recovery 영상을 얻었다. 1군에서 51개 2군에서 60개의 segment가 분석되었으며 각각의 segment와 각각의 sequence에서 정상 심근, 경색 심근, 좌심실내강의 신호강도를 측정하여 병변의 대조도에 직접적인 영향을 미치는 신호강도의 차이와 비를 비교 분석하였다.

3. 결과

1군에서 정상심근과 경색심근의 신호강도의 차이의 평균은 Phase sensitive IR 에서는 798.8이었고 true FISP IR 에서는 74.2, turbo Flash IR 에서는 65.3이었으며 경색심근과 심실내강의 신호강도의 차이는 Phase sensitive IR 에서는 19.4 이었고 true FISP IR 에서는 49.5, turbo Flash IR 에서는 32.4 이었다. 2군에서 정상심근과 경색심근의 신호강도의 차이의 평균은 Phase sensitive IR 에서는 981.1이었고 true FISP IR 에서는 97.7, turbo Flash IR 에서는 77.7 이었으며 경색심근과 심실내강의 신호강도의 차이는 Phase sensitive IR 에서는 -19.4 로 경색심근이 더 낮은 신호강도를 보였고 true FISP IR 에서는 18.2, turbo Flash IR 에서는 7.2 이었다. Phase sensitive IR, true FISP IR, turbo Flash IR 에서 경색심근과 정상심근의 신호강도의 비는 1군에서는 각각 2.4, 2.5, 2.8 이었으며 2군에서는 각각 4.6, 3.1, 3.1 이었고 경색심근과 좌심실내강의 신호강도의 비는 1군에서는 1.4, 1.7, 1.5이었고 2군에서는 0.9, 1.1, 1.1 이었다. Phase sensitive IR image 는 적절한 inversion time을 정하는 과정없이 true FISP and turbo Flash IR sequence과 비교하여 조영증강이 되지 않는 정상 심근과 조영증강이 일어나는 경색 심근을 0.1 mM/kg 용량의 조영제를 사용한 경우 유사한 신호강도비를 보였고 0.2 mM/kg 용량의 조영제를 사용한 경우 더 높은 신호강도의 비를 보였다. 경색 심근과 좌심실내강의 신

호강도는 0.1 mM/kg 와 0.2 mM/kg 용량 모두에서 Phase sensitive IR image 영상에서 가장 차이가 적었다.



4. 결론

고정된 inversion time을 적용한 phase sensitive IR 영상은 optimal inversion time을 적용한 true FISP IR 또는 turbo Flash IR 영상과 비교하여 정상 심근과 경색 심근을 유사하거나 더 높은 대조도로 표현할 수 있었다. Phase sensitive IR 영상은 심실내강과 경색심근의 신호강도의 차이가 적어 경색심근의 심내막 경계를 구분하는데 장애가 될 가능성이 있다.

참고문헌

- (1) Kellman P, Dyke CK, Aletras AH, McVeigh ER, Arai AE. Artifact suppression in imaging of myocardial infarction using B1-weighted phased-array combined phase-sensitive inversion recovery dagger. *Magn Reson Med.* 2004 Feb;51(2):408-12.
- (2) Kellman P, Arai AE, McVeigh ER, Aletras AH. Phase-sensitive inversion recovery for detecting myocardial infarction using gadolinium-delayed hyperenhancement. *Magn Reson Med.* 2002 Feb;47(2):372-83.