

The Determination of Zero Field Splitting Parameters of Gadolinium in MRI Contrast Agents Using X-band EPR Technique

홍성욱¹, 장용민², 황문정¹, 이일수¹, 강덕식²
 경북대학교 물리학과¹, 경북대학교 진단방사선과학교실²

목적 : 상자성 MR 조영제의 효율을 결정하는데는 짝짓지 못한 전자의 전자스핀이완시간이 매우 중요한 역할을 한다. 따라서 본 연구에서는 X-band EPR을 사용하여 상자성 자기공명 조영제로 쓰이는 Gd-DTPA(Magnevist), Gd-DTPA-BMA (Omniscan)와 Gd-DOTA (Dotarem)의 전자스핀이완시간 T_{1e} 를 구하고, 이들의 ZFS변수와와의 관계를 알아보려고 한다.

대상 및 방법 : 상자성 자기 공명조영제 Gd-DTPA, Gd-DTPA-BMA와 Gd-DOTA의 시료로는 SCHERING사의 Magnevist, NYCOMED사의 OMNISCAN과 Guerbet사의 Dotarem이 각각 사용되었다. 2:1 methanol/water 혼합액에 각각 5%희석한 -160°C 의 glassy상태 시료들로부터 얻은 스펙트럼은 컴퓨터 시뮬레이션 프로그램 GEN을 이용한 스펙트럼과 비교하는 방법으로 ZFS변수를 결정하였다. 이로부터 McLachlan의 평균이완율이론(the theory of average relaxation rate)을 이용하여 각 시료들의 전자스핀이완시간 T_{1e} 를 결정하였다.

결과 : X-band EPR을 사용하여 구한 상자성 자기 공명조영제 Gd-DTPA, Gd-DTPA-BMA, Gd-DOTA의 g-value는 1.9737, 1.9735, 1.9830, 전자스핀이완시간 T_{1e} 는 각각 18.70ns, 33.40ns, $1.66\mu\text{s}$ 로 결정되었으며, ZFS변수 D와 E는 Gd-DTPA 경우 각각 1250MHz, 257MHz, Gd-DTPA-BMA 경우 1010MHz, 280MHz, Gd-DOTA 경우 200MHz, 87MHz 로 결정되었다.

결론 : 실험 결과로부터 큰 ZFS변수를 가지는 상자성 자기공명 조영제가 짧은 전자스핀이완시간을 가진다는 일반적인 성질을 확인할 수 있었다. 본 연구에 사용된 3가지 조영제들 중에는 화학적으로 cyclic structure를 갖는 조영제들이 linear structure를 갖는 조영제에 비해 전자적인 성질은 우수한 것으로 나타났고 결론적으로 고효율 상자성 자기 공명조영제 개발에는 정확한 ZFS변수 결정이 매우 중요하다는 것을 알 수 있다.