

The Multi-Frequency NMR Relaxation and EPR Study of Nano-sized Iron Oxide

황문정¹ · 이영주¹ · 이일수² · 장용민^{1,3}¹경북대학교 대학원 의용생체공학과, ²경북대 물리학과, ³경북대 의대 진단방사선과학교실

목적 : 초상자성 nano 산화철 입자의 특성을 연구하기 위하여, 여러 다른 자기장 세기에서의 NMR 자기이완시간(T1/T2)을 측정하고, 초상자성 nano-particle 조영제의 기전에 관한 모델로부터 얻어진 계산식과 비교해보며, 다양한 온도에서의 EPR spectrum을 이용하여 이들의 전자적 성질을 비교해 보고자 하였다.

대상 및 방법 : 초상자성 nano-산화철 입자의 NMR 자기이완시간을 세가지 다른 자기장 64MHz(1.5Tscanner GE Medical), 128MHz (3.0T scanner GE Medical), 500MHz (11.8T FT-NMR Spectrometer Varian Unity INOVA)에서 inversion recovery technique을 이용하여 spin-lattice relaxation time(T1)을 측정하였고 CPMG technique을 이용하여 spin-spin relaxation time(T2)을 측정하였다. 초상자성 nano-산화철 입자의 전자적 성질은 nano-particle의 표면 coating 물질이 dextran 인 시료 (Fefidex)와 chitosan (Chitosan) 인 시료에 대하여 다양한온도 (108K~198K)에서 전자의 공명주파수에 해당하는 EPR 장비인 X-band(9.5 GHz) EPR spectromer(Bruker)를 사용하여 두 시료의 전자적 성질의 차이를 비교 하였다.

결과 : 각각의 자기장에서 측정한 데이터로 결정된 T1/T2값은 64MHz에서 165±8/176±16[msec], 128MHz에서 221±17/123±12[msec] 그리고 500MHz에서 665±5/5±1[msec]였다. 한편 해당농도를 이용하여 계산한 단위 농도당 자기이완시간의 단축정도를 나타내는 자기이완율(R1/R2)들은 64MHz에서 6.1±0.7/5.68±1.81[Sec⁻¹mM⁻¹] 128MHz 8.12±1.26/8.12±1.26 500MHz 2.00±0.62/2.00±0.62였다. 전자의 자기공명영상은 동일 온도에서 EPR 스펙트럼을 분석하면 키토산으로 표면 coating 된 시료의 경우 dextran으로 표면 coating 된 시료에 비하여 공명주파수가 낮고 공명선폭이 넓은 경향을 보였으며 두 시료 모두 온도가 상승함에 따라 중심공명주파수 역시 증가하며, 공명 선폭이 좁아지고 공명진폭이 증가하는 현상을 확인하였다.

결론 : 이들 결과는 초상자성 nano-산화철 조영제의 기전에 관한 모델로부터 계산된 R1값과 비교하여 볼 때 이론적 모델과 잘 일치한다는 사실을 확인 할 수 있었던 반면 T2 자기이완에 관한 모델과는 차이를 보임으로서 T2 자기이완에 관한 이론적 모델이 수정이 필요함을 확인하였다. 또한 coating 물질이 다른 Chitosan과 Feridex의 EPR 결과들은 Chitosan의 평균입자 크기가 Feridex에 비해 작고, 크기 분포가 상대적으로 넓기 때문이라 해석된다.